

DIRECCIÓN DE GEOLOGÍA AMBIENTAL Y RIESGO GEOLÓGICO

Informe Técnico N° A7606

EVALUACIÓN GEOLÓGICA DE LAS ZONAS AFECTADAS POR LLUVIAS EN LA PROVINCIA DE AYMARAE, DEPARTAMENTO DE APURÍMAC

Departamento: Apurímac

Provincia: Aymaraes

**Distritos: Toraya, Capaya, Ihuallo, Colcabamba, San Juan de Chacña,
Lucre, Tintay, Chapimarca, Cotaruse, Caraybamba, Chalhuanca,
Sanayca, Soraya, Justo Apu Sahuaraaura, Tapairihua,
Pocohuanco y Yanaca.**



**MARZO
2025**

EVALUACIÓN GEOLÓGICA DE LAS ZONAS AFECTADAS POR LLUVIAS EN LA PROVINCIA DE AYMARAES, DEPARTAMENTO DE APURÍMAC



Elaborado por la
Dirección de Geología
Ambiental y Riesgo
Geológico del INGEMMET

Equipo técnico:

Norma L. Sosa Senticala
Mauricio A. Nuñez Peredo

Referencia bibliográfica

Sosa, N.& Nuñez, M. (2025). *Evaluación geológica de las zonas afectadas por lluvias en la provincia de Aymaraes, departamento de Apurímac*. Lima: Ingemmet, Informe técnico N°A7606, 90p.

ÍNDICE

RESUMEN	4
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1. OBJETIVOS	5
2. ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES	5
3. METODOLOGÍA DE TRABAJO	7
4. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD	7
5. ZONAS AFECTADAS POR LLUVIAS EN LAS PROVINCIAS DE AYMARAE	9
5.1. Cuadro síntesis de zonas afectadas por peligros geológicos por distrito	12
5.1.1. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Cotaruse.	12
5.1.2. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Caraybamba.	16
5.1.3. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Chalhuanca.	18
5.1.4. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Sañayca.	27
5.1.5. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Soraya.	29
5.1.6. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Pocohuanca.	31
5.1.7. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Yanaca.	32
5.1.8. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Justo Apu Sahuaraura.	34
5.1.9. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Tapairihua.	37
5.1.10. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Capaya.	41
5.1.11. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Ihuallo.	44
5.1.12. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Toraya.	46
5.1.13. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Colcabamba.	51
5.1.14. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Chapimarca.	55
5.1.15. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Tintay.	59
5.1.16. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Lucre.	61
5.1.17. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de San Juan de Chacña.	65
6. CONCLUSIONES	67
7. RECOMENDACIONES	68
8. BIBLIOGRAFÍA	70
NEXO 1: MAPA DE INVENTARIO	71
ANEXO 2: ALTERNATIVAS MANEJO DE PROBLEMAS POR PELIGROS GEOLOGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS	73
ANEXO 3: GLOSARIO	88

EVALUACIÓN GEOLÓGICA DE LAS ZONAS AFECTADAS POR LLUVIAS INTENSAS EN LA PROVINCIA DE AYMARAE, DEPARTAMENTO DE APURÍMAC

RESUMEN

El presente informe es el resultado de la identificación de zonas críticas por peligro geológico, detonados por lluvias en el mes de febrero 2025 en 17 distritos de la provincia de Aymaraes: Cotaruse, Caraybamba, Chalhuanca, Soraya, Sañayca, Tapairihua, Justo Apu Sahuaraura, Pocohuanca, Yanaca, Toraya, Capaya, Ihuallo, Colcabamba, San Juan de Chacña, Lucre, Tintay y Chapimarca.

En el área de estudio afloran principalmente rocas sedimentarias del Jurásico – Cretácico: la Formación Socosani, el Grupo Yura (Formación Puente, Cachíos, Labra, Hualhuani) y la Formación Arcurquina; así como rocas intrusivas subvolcánicas (Unidad Sañayca) y dioritas (Unidad Parco). Estas rocas se encuentran moderada a altamente meteorizadas y medianamente a muy fracturadas; asimismo cubiertas por depósitos recientes de tipo coluvio-deluvial, proluvial, aluvial y fluvial, acumulados desde el Pleistoceno hasta la actualidad.

Las geoformas identificadas corresponden a relieves montañosos y colinas en un substrato rocoso sedimentario e intrusivo, con laderas de fuerte a muy fuerte pendiente (15°-45°); asimismo la cobertura superficial generando vertientes y abanicos (vertientes: coluvio-deluviales, y abanicos proluviales) con pendientes moderadas a fuertes (5-25°). Los terrenos con pendientes suaves (1°-5°) corresponden a terrazas aluviales y fluviales), donde se presentan la mayor cantidad de eventos geohidrológicos de tipo erosión e inundación fluvial.

Los trabajos de campo permitieron identificar 50 sectores afectados por peligros geológicos, geohidrológicos y otros peligros geológicos, distribuidos de la siguiente manera: Toraya (5); Capaya (2); Ihuallo (1); Colcabamba (4); San Juan de Chacña (2); Lucre (3), Tintay (1); Chapimarca (3); Cotaruse (4); Caraybamba (1); Chalhuanca (8); Sañayca (3); Soraya (2); Justo Apu Sahuaraura (3); Tapairihua (5); Pocohuanco (2) y Yanaca (1).

En la tipología de eventos identificados predominan los flujos de detritos o huaycos (25 ocurrencias), deslizamientos (6), hundimientos (1), derrumbes (2). En cuanto a las zonas afectadas predominan principalmente viviendas, carreteras, terrenos de cultivo, puentes, piscigranjas, entre otras. Además, se identificaron otros peligros geológicos como erosión en cárcavas que afecta principalmente carreteras. Por último, para el caso de procesos geohidrológicos como: inundación fluvial (2 ocurrencias), erosión fluvial (13 ocurrencias), comprometen principalmente la seguridad física de viviendas y carreteras.

1. INTRODUCCIÓN

El Ingemmet, ente técnico-científico que desarrolla a través de los proyectos de la Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico (DGAR), el “Servicio de asistencia en la evaluación de peligros geológicos a nivel nacional (ACT. 16)”, contribuye de esta forma con entidades gubernamentales en los tres niveles de gobierno mediante el reconocimiento, caracterización y diagnóstico del peligro geológico.

Los trabajos de campo se realizaron del 17 al 23 de febrero en 17 distritos de la provincia de Aymaraes: Cotaruse, Caraybamba, Chalhuanca, Soraya, Sañayca, Tapairihua, Justo Apu Sahuaraaura, Pocohuanca, Yanaca, Toraya, Capaya, Ihuallo, Colcabamba, San Juan de Chacña, Lucre, Tintay y Chapimarca.

El día 17 de febrero, las brigadas de Ingemmet, mantuvieron una reunión de coordinación con el director de la Dirección Desconcentrada de Indeci – Apurímac (Roberto Abarca León), en su sede Abancay. Se expuso el plan de trabajo de los siguientes días y a raíz de las conversaciones se brindó el apoyo de Indeci, como un nexo entre las autoridades de cada sector evaluado.

Este informe se pone a consideración de la Municipalidad Provincial de Aymaraes e instituciones técnico normativas del Sistema Nacional de Gestión del Riesgo de Desastres – Sinagerd, como el Instituto Nacional de Defensa Civil – INDECI y el Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastre - CENEPRED, a fin de proporcionar información técnica de la inspección, conclusiones y recomendaciones que contribuyan con la reducción del riesgo de desastres en el marco de la Ley 29664. A fin de que sea un instrumento técnico para la toma de decisiones.

1.1. OBJETIVOS

- Evaluar y caracterizar los peligros geológicos por movimientos en masa originadas por las lluvias ocurridas en los distritos de Cotaruse, Caraybamba, Chalhuanca, Soraya, Sañayca, Tapairihua, Justo Apu Sahuaraaura, Pocohuanca, Yanaca, Toraya, Capaya, Ihuallo, Colcabamba, San Juan de Chacña, Lucre, Tintay y Chapimarca.
- Proponer medidas de prevención, reducción y mitigación ante peligros geológicos evaluados en la etapa de campo, para los distritos evaluados.
- Inventario de peligros geológicos y zonas críticas para los distritos de Cotaruse, Caraybamba, Chalhuanca, Soraya, Sañayca, Tapairihua, Justo Apu Sahuaraaura, Pocohuanca, Yanaca, Toraya, Capaya, Ihuallo, Colcabamba, San Juan de Chacña, Lucre, Tintay y Chapimarca.

2. ANTECEDENTES Y TRABAJOS ANTERIORES

Existen trabajos previos y publicaciones del Ingemmet, que incluyen sectores aledaños a las zonas de evaluación (informes técnicos) y otros estudios regionales relacionados a temas de geología y geodinámica externa (boletines), de los cuales destacan los siguientes:

- En los estudios de Riesgos Geológicos del Perú Franjas N°2 y N°3 (INGEMMET. 2002 y 2003) se analizó a escala regional la problemática de los peligros geológicos y se señalaron 10 zonas críticas por este tipo de procesos para el departamento de Apurímac. También son importantes los informes como resultado de las evaluaciones técnicas realizadas por la Ex Dirección de Geotecnia del INGEMMET (Dávila, S. & Herrera, I. 1997; Dávila, S. & Zavala, B. 1997; Dávila, S. 2000).
- Primer reporte de zonas críticas por peligros geológicos y geo-hidrológicos en la región Apurímac. Informe técnico N° A6594, (Villacorta et al, 2012). En este estudio identificó 8 zonas críticas dentro de la provincia de Aymaraes, dentro de los distritos de Tintay (1), Chalhuanca (2), Pochuanca (1), Justo Apu Sahuaraura (1), Chapimarca (1) y Lucre (1)
- Segundo reporte de zonas críticas por peligros geológicos y geohidrológicos en la región Apurímac. Informe técnico N° A6624 (Villacorta et al., 2013). En este estudio se identificaron 10 zonas críticas dentro de la provincia de Aymaraes
- En el mapa de susceptibilidad a movimientos en masa, escala 1:2 000 000 (escala regional) elaborada por el Ingemmet (2013), en la provincia de Aymaraes, se localizan zonas susceptibles moderadas a muy altas, estas ubicadas desde la ciudad de Chalhuanca hacia el norte y zonas susceptibles de muy bajas a moderadas. (figura 1).

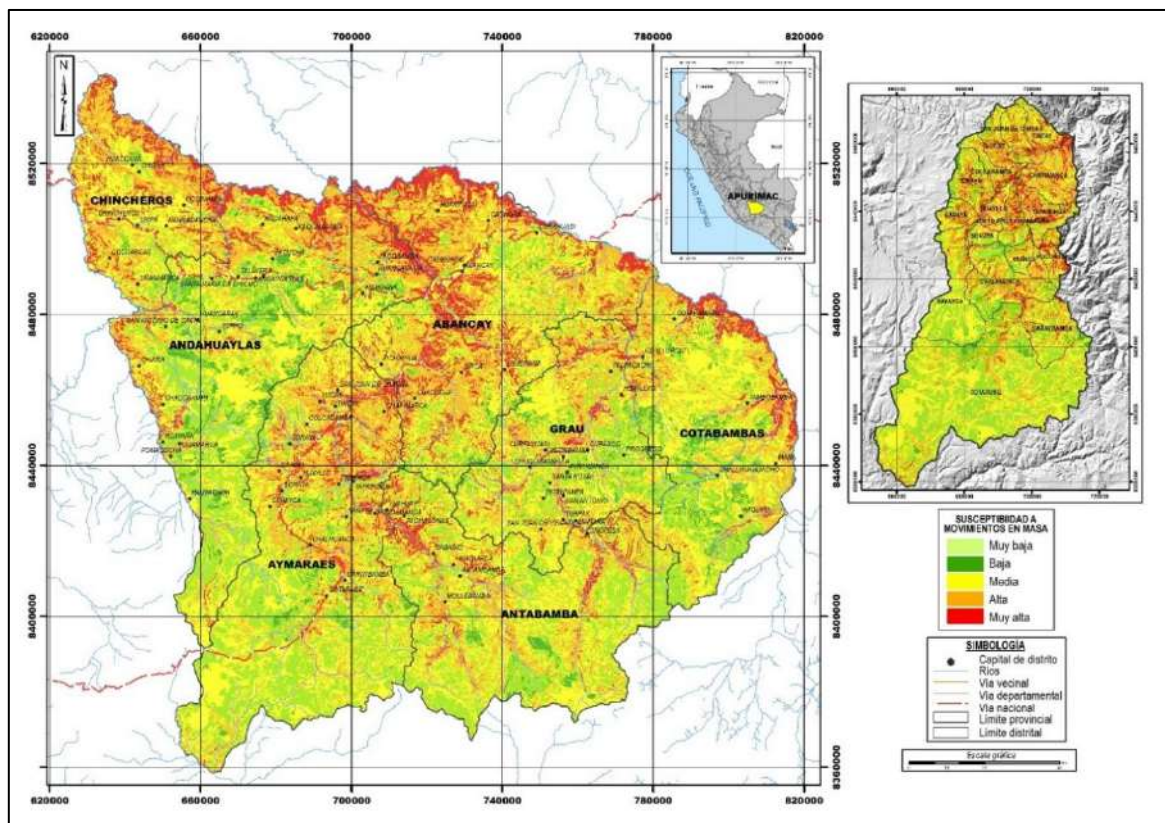


Figura 1. Susceptibilidad por movimientos en masa en la provincia de Aymaraes y alrededores; departamento de Apurímac.

3. METODOLOGÍA DE TRABAJO

La identificación de peligros geológicos en los sectores evaluados se basó en tres etapas: la primera corresponde a una etapa de gabinete, la segunda a trabajos de campo y una tercera etapa de gabinete:

- Etapa de gabinete I

Se realizó: la recopilación bibliográfica de información geológica y geodinámica de la zona de estudio; ubicación preliminar de los distritos afectados y a evaluar, así como la generación de mapas temáticos preliminares para los trabajos de campo.

- Etapa de campo

Involucró: i) entrevistas con alcaldes y representantes de Defensa Civil de los distritos afectados; ii) trabajos de campo e interpretaciones geológicas-geodinámicas, que se basaron en las observaciones in situ; iii) elaboración de fichas de inventario de peligros geológicos, además de fichas de inventario de zonas críticas. Los trabajos de campo fueron realizados por dos brigadas de especialistas, conformadas por los ingenieros: Norma Sosa y Ely Ccorimanya (Brigada 1), Mauricio Nuñez y David Prudencio (Brigada 2).

- Etapa de gabinete II

Se realizó la sistematización e interpretación de los datos de campo, así como el procesamiento de estos, lo cual dio como resultado el presente informe.

4. UBICACIÓN Y ACCESIBILIDAD

La provincia de Aymaraes, políticamente pertenece al departamento de Apurímac; se encuentra al sureste de Lima y comprende 17 distritos: Cotaruse, Caraybamba, Chalhuanca, Soraya, Sañayca, Tapairihua, Justo Apu Sahuaraura, Pocohuanca, Yanaca, Toraya, Capaya, Ihuallo, Colcabamba, San Juan de Chacña, Lucre, Tintay y Chapimarca, (figura 2).

El acceso a la zona de estudio se realizó mediante la siguiente ruta, (cuadro 1):

Cuadro 1. Rutas y accesos a las áreas evaluadas.

Ruta	Tipo de transporte	Distancia (Km)	Tiempo
Lima - Cusco	Aéreo	900	1 hora y 22 minutos
Cusco - Abancay	Terrestre	195	4 horas, 30 minutos
Abancay - Chalhuanca	Terrestre	120	2 horas y 10 min

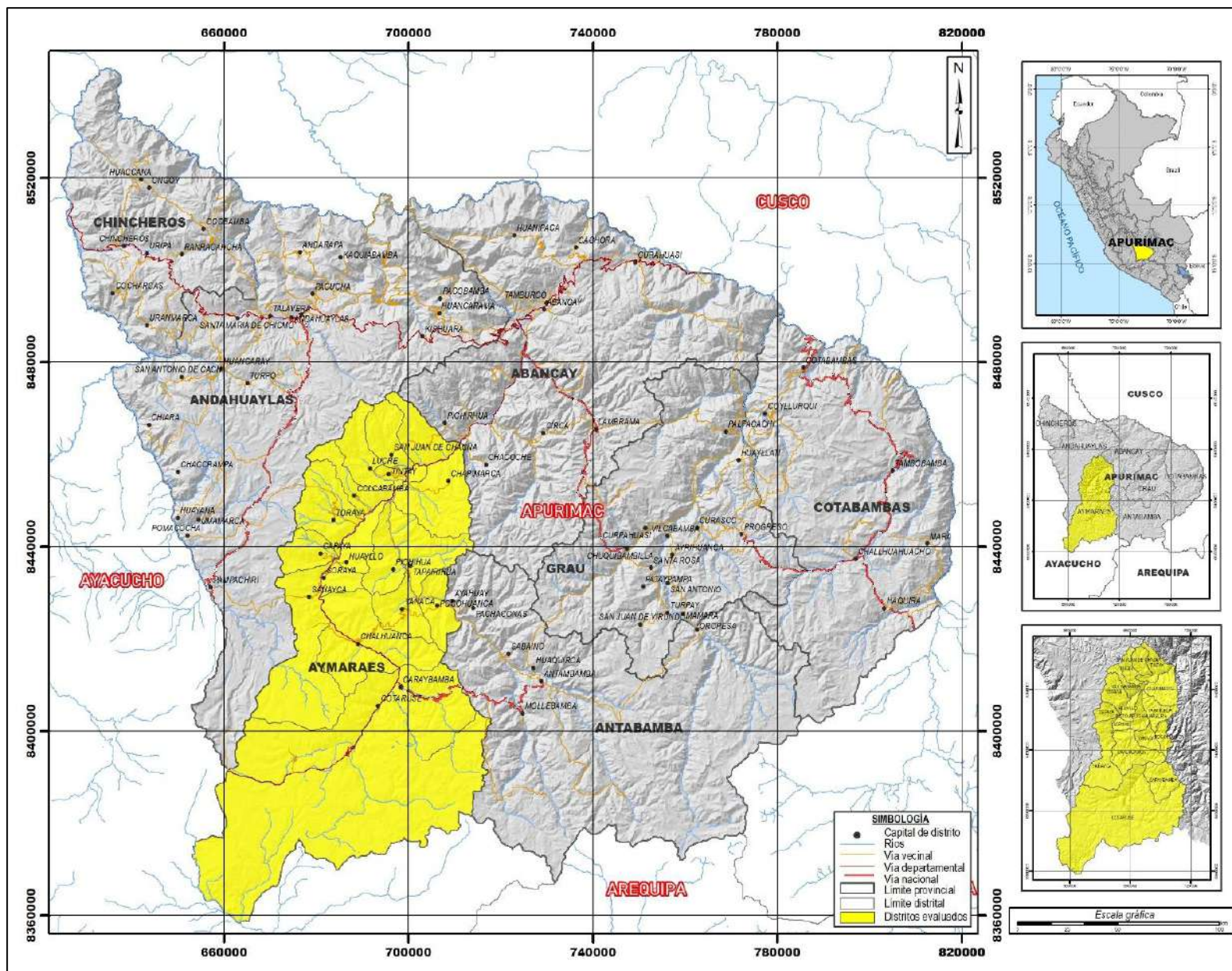


Figura 2: Mapa de ubicación de los 17 distritos, ubicados en la provincia de Aymaraes, departamento de Apurímac.

5. ZONAS AFECTADAS POR LLUVIAS EN LA PROVINCIA DE AYMARAES

De acuerdo a la extensión y a sus características geomorfológicas; el área de trabajo fue dividida en dos brigadas: i) Evaluó a los distritos de Toraya, Capaya, Ihuallo, Colcabamba, San Juan de Chacña, Lucre, Tintay y Chapimarca; ii) Abarcó los distritos de Cotaruse, Caraybamba, Chalhuanca, Sanayca, Soraya, Justo Apu Sahuaraura, Tapairihua, Pochuanco y Yanaca.

En los cuadros 04 al 20 se describe una síntesis de las zonas afectadas por peligros geológicos detonados por las recientes lluvias durante los meses enero y febrero, así como los acontecidos en el 2024 y otros del 2023 reactivados con el Ciclón Yaku. Los cuadros agrupados por distritos describen o diferencian el tipo de peligro que generó daños a centros poblados, infraestructuras, vías y medios de vida. Así mismo, describe recomendaciones para cada zona crítica.

En base a la evaluación de campo, se identificaron **50 zonas afectadas** por peligros geológicos, geohidrológicos y otros peligros geológicos, los cuales se detallan en el cuadro 2 y figura 3. Así mismo se realizó el inventario de peligros geológicos haciendo el uso de la Ficha de inventario M2.1-F-070, donde se registra 50 sectores en los distintos distritos: Toraya (5), Capaya (2), Ihuallo (1), Colcabamba (4), San Juan de Chacña (2), Lucre (3), Tintay (1), Chapimarca (3), Cotaruse (4), Caraybamba (1), Chalhuanca (8), Sanayca (3), Soraya (2), Justo Apu Sahuaraura (3), Tapairihua (5), Pochuanco (2) y Yanaca (1).

En el cuadro 3 y figura 4, se hace una clasificación por tipo de peligros geológicos evaluados en los 17 distritos la provincia de Aymaraes. Se tiene movimientos en masa de tipo flujo de detritos (25), deslizamiento (6), derrumbe (2); procesos geohidrológicos como erosión fluvial (13) e inundación fluvial (01); otros tipos de peligros tenemos eventos de erosión de laderas (1) y hundimiento (1).

Cuadro 2. Clasificación por tipo de peligro en la provincia de Aymaraes.

Tipo de Peligro			Cantidad
Peligros Geológicos	Movimientos en masa	Flujo de detritos	25
		Deslizamiento	6
		Derrumbe	2
	Geohidrológicos	Erosión Fluvial	13
		Inundación Fluvial	2
Otros peligros Geológicos		Erosión de laderas	1
		Hundimiento	1

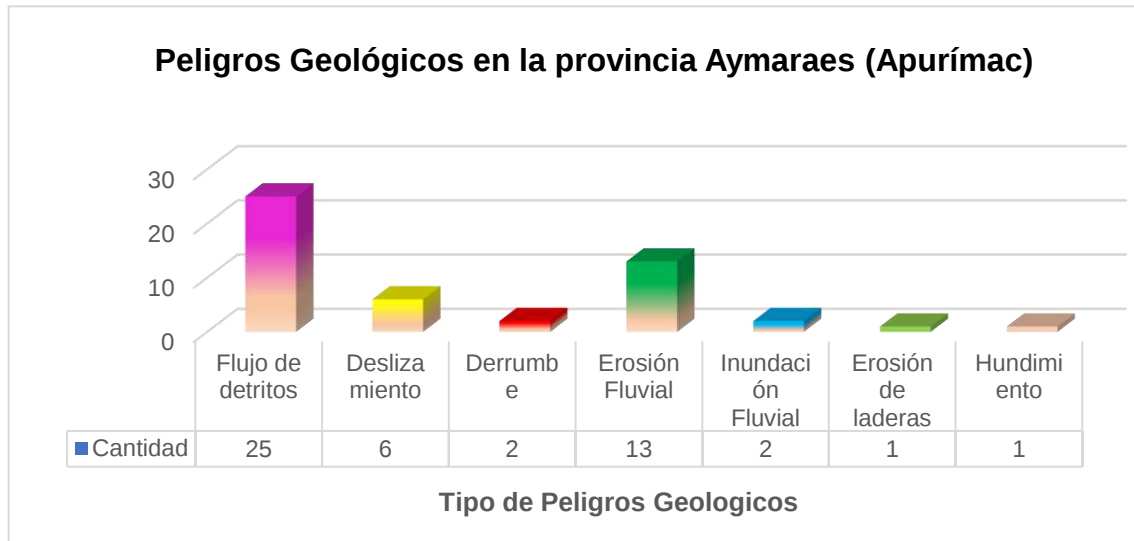


Figura 3. Clasificación por tipo de peligro en la provincia de Aymaraes

Cuadro 3. Clasificación de peligros identificados en los 17 distritos de la provincia de Aymaraes.

Distrito	Tipo de Peligro	Cantidad
Cotaruse	Flujo de detritos	4
Caraybamba	Erosión en cárcava	1
Chalhuanca	Flujo de detritos	6
	Deslizamiento	1
	Erosión fluvial	1
Sañayca	Flujo de detritos	1
	Erosión fluvial	2
Soraya	Flujo de detritos	1
	Erosión fluvial	1
Pocohuanca	Flujos de detritos	1
	Derrumbes	1
Yanaca	Flujo de detritos	1
Justo Apu Sahuaraura	Flujo de detritos	2
	Deslizamiento	1
Tapairihua	Flujo de detritos	3
	Erosión fluvial	2
Capaya	Inundación fluvial	1
	Erosión fluvial	1

Distrito	Tipo de Peligro	Cantidad
Ihuayllo	Erosión fluvial	1
Toraya	Erosión fluvial	1
	Derrumbe	1
	Deslizamiento	1
	Flujo de detritos	1
	Hundimiento	1
Colcabamba	Flujo de detritos	1
	Inundación fluvial	1
	Erosión fluvial	2
Chapimarca	Flujo de detritos	1
	Erosión fluvial	1
	Deslizamiento	1
Tintay	Erosión fluvial	1
Lucre	Flujo de detritos	1
	Deslizamiento	2
San Juan de Chacña	Flujo de detritos	2

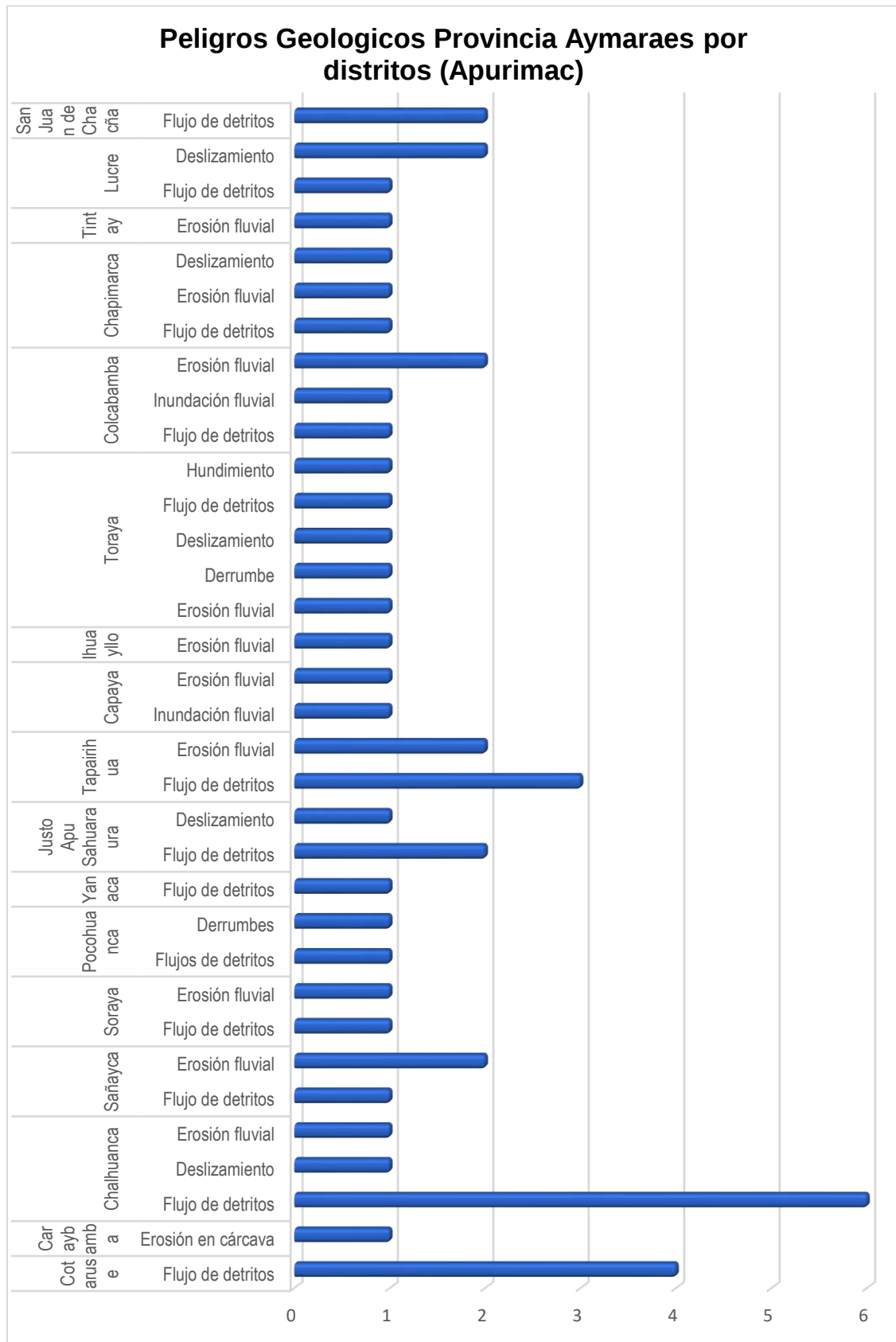


Figura 4. Distribución de peligros geológicos por tipo, agrupadas por distritos evaluados dentro de la provincia de Aymaraes. **Fuente:** Elaboración propia

5.1. Cuadro síntesis de zonas afectadas por peligros geológicos por distrito.

5.1.1. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Cotaruse.

Cuadro 4: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Cotaruse.

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGROS	COORDENADAS (zona/este/norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/POTENCIALES	RECOMENDACIONES
1 Centro poblado Totorá (Cotaruse)	Flujo de detritos	Zona 18S; N:8368461, E:655243	Geomorfológicamente, el área se encuentra bordeada por montañas en roca volcánica, con laderas de pendientes muy fuertes (25°-45°), modelada sobre tobas vítreas de color blanquecino de la Formación Alpacabamba - Miembro Sombrero Orcco. El tipo de peligro identificado corresponde a un flujo de detritos recientemente reactivado en marzo del 2024. El material se muestra heterogéneo, formando depósito tipo escombrera, con 45% de bloques, 30% de gravas y 25% de arena/limo. Además, se tienen bloques con diámetro de hasta 1.20 m, (fotografía 1). Es importante mencionar, que el cauce natural del río actualmente se encuentra reducido a 4 m, por la construcción de puentes artesanales y colmatación del cauce de la quebrada lo que condicionó el desborde del flujo. (Peligro Alto).	Registrados: El evento del 2024, ocasionó la afectación de la Institución Educativa Inicial Totorá, 05 viviendas, 01 loza deportiva, tuberías de desagüe y 12 m de muros de contención. Potenciales: De reactivarse la quebrada con precipitaciones pluviales intensas, podría afectar 07 viviendas ubicadas en ambas márgenes de la quebrada; además de 01 posta de salud y 01 losa deportiva ubicadas en la margen izquierda de la quebrada.	- Realizar un estudio de peligros geológicos a detalle. - Descolmatar y limpieza del cauce de la quebrada. - Retirar los puentes artesanales, que actualmente sirven como estructuras de entrapamiento de los flujos de detritos que se puedan generar y posterior desborde por ambas márgenes - Construir enrocados o muro de contención en ambas márgenes de la quebrada, previa limpieza del cauce - Solicitar a la entidad competente, determinar la faja marginal de la quebrada. - Prohibir la construcción de nuevas viviendas en ambas márgenes de la quebrada.
2 Quebrada Chinccollana Sector Promesa (Cotaruse)	Flujo de detritos	Zona 18S; N:8398152, E:688987	Geomorfológicamente, la quebrada se encuentra bordeada por montañas en roca sedimentaria, con laderas de pendiente fuerte a muy fuerte (15°-45°), modelada sobre cuarciaarenitas blancas, intercaladas con horizontes lutáceos negros carbonosos de la Formación Hualhuani (Grupo Yura). El peligro identificado corresponde a un flujo de detritos reactivado en febrero del 2024. Flujo de material canalizado, heterogéneo, formando depósitos de tipo escombrera, con 35% de bloques, 25% de gravas y 40% de arena/limo. A la altura de la vía nacional se tiene un badén con dos sistemas de alcantarillas con diámetro de 0.70 m, los cuales fácilmente se colmatan, lo que hace que al paso del flujo de detritos se desborde por ambas márgenes, afectaría vía nacional y viviendas colindantes. (Peligro Alto).	Registrados: El evento del 2024, ocasionó la afectación de 03 viviendas ubicadas en la margen izquierda de la quebrada y la obstrucción de aproximadamente 20 m de la vía nacional. Potenciales: De reactivarse la quebrada, podría afectar 07 viviendas ubicadas en la margen izquierda (las cuales solo se encuentran a 4 m del cauce principal) y 02 viviendas ubicadas en la desembocadura (fotografía 2). En una comparación de imágenes satelitales de Google Earth (2019-2023), se puede visualizar como se asientan viviendas hacia el margen izquierdo de la quebrada (figura 5). Además, podría afectar la vía nacional PE-30A en un tramo de 40 m.	- Reubicar las 09 viviendas ubicadas cerca del cauce de la quebrada. - Realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce de la quebrada (especialmente después de épocas de avenida). - Realizar un sistema de alcantarillado más amplio del actual, para permitir el paso del flujo de detritos y no se colmate la quebrada, evitando el desborde del flujo. - Construir defensas ribereñas como muros de contención o gaviones para canalizar el cauce de la quebrada en su desembocadura. - Solicitar a la entidad competente la determinación de la faja marginal de la quebrada. - Prohibir la expansión urbana hacia ambas márgenes de la quebrada.

Cuadro 4: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Cotaruse (continuación).

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGROS	COORDENADAS (zona/este/norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/POTENCIALES	RECOMENDACIONES
3 Quebrada Milluyaku Sector Promesa (Cotaruse)	Flujo de detritos	Zona 18S; N:8398534, E:689212	El entorno geomorfológico corresponde a un abanico proluvial con pendiente moderada (5°-15°), bordeado por montañas en roca sedimentaria, con laderas de pendiente fuerte a muy fuerte (15°-45°), modelado sobre cuarciarenitas blancas, intercaladas con horizontes lutáceos (Formación Hualhuani; Grupo Yura). El tipo de peligro identificado corresponde a un flujo de detritos periódico, que se reactivó en febrero del 2024. Flujo canalizado, heterogéneo que formó en su desembocadura un abanico, el material transportado está formado por bloques (25%), gravas (40%) y arena/limo en (35%). A la altura de la vía nacional se tiene un baden con un sistema de drenaje de 1.8 m de diámetro y 1.0 m de alto, que fácilmente se colmata en épocas de avenida, lo que hace que el flujo se desborde y afecte la vía y viviendas colindantes. (Peligro Alto).	Registrados: El evento del 2024, ocasionó la afectación de 05 viviendas por desborde en las coordenadas N: 8398750, E: 689052 y la obstrucción de la vía nacional en 20 m aprox. Potenciales: De reactivarse la quebrada, podría afectar: 15 viviendas ubicadas en ambas márgenes de la quebrada, badén y el estadio de Promesa; los cuales se encuentran asentados sobre el abanico proluvial. Además, podría afectar la vía nacional PE-30^a en un tramo de 80 m.	- Realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce de la quebrada (especialmente después de épocas de avenida). - Realizar un sistema de alcantarillado más amplio, para así evitar su colmatación y posterior desborde de los flujos. - Construir defensas ribereñas como muros de contención o gaviones desde las coordenadas de desborde (Referencia: N: 8398750, E: 68905). - Solicitar a la entidad competente la determinación de la faja marginal, que determine la reubicación de las viviendas expuestas. - Prohibir la construcción de viviendas en zonas aledañas a los márgenes de la quebrada.
4 Quebrada Umatunca (Cotaruse)	Flujo de detritos, Erosión fluvial	Zona 18S; N:8405051, E:693412	Geomorfológicamente, la quebrada se encuentra en una vertiente proluvial con pendientes moderadas (5°-15°), bordeada por montañas en roca sedimentaria, con laderas de pendiente muy fuerte (25°-45°), modelado sobre lutitas negras oscuras intercaladas con areniscas gris negruzcas de la Formación Cachíos (Grupo Yura). El tipo de peligro identificado corresponde a un flujo de detritos, canalizado, de material heterogéneo, formando depósitos de tipo chorrera, conformado por bloques (45%), gravas (30%) y arena/limo (25%). Así mismo en las coordenadas N: 8405132, E: 693516, se tiene erosión fluvial por socavamiento al pie de la terraza aluvial con una longitud erosionada de 80 m. (Peligro Alto).	Registrados: En enero del 2024, la erosión fluvial afectó una vivienda (fotografía 3), actualmente deshabitada. Potenciales: De reactivarse la quebrada, podría afectar la vía nacional PE-30A en un tramo de 50 m y un puente. De la misma forma; la erosión fluvial podría afectar la vía nacional en un tramo de ≈100 m lineales.	- Realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce de la quebrada. - Construir defensas ribereñas como muros de contención o gaviones en los márgenes de la quebrada. - Prohibir la construcción de viviendas en zonas aledañas a los márgenes de la quebrada. - En el talud inferior de la carretera, (margen izquierdo del río Chalhuanca) implementar un muro de enrocado, a fin de impedir el efecto erosivo del río y la pérdida de la carpeta asfáltica de la vía nacional.



Fotografía 1: Vista aguas arriba de la quebrada Totora, que muestra todo el material detrítico, reactivado en marzo del 2024 y viviendas colindantes a la quebrada.



Fotografía 2: Vista aguas arriba de la quebrada Chincollana, que muestra todo el material detrítico reactivado en febrero del 2024 y viviendas colindantes dispuestas en la margen izquierda de la quebrada.



Figura 5: Imágenes multitemporales de satélite de Google Earth (2019-2023), donde se puede visualizar el asentamiento de viviendas cerca al cauce principal, actualmente a 4 m.



Fotografía 3: Afectación de 01 vivienda a consecuencia de la erosión fluvial, por socavamiento al pie de la terraza aluvial, registrado en enero del 2024.

5.1.2. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Caraybamba.

Cuadro 5: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Caraybamba.

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELI GROS	COORDENADAS (zona/este/ norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/ POTENCIALES	RECOMENDACIONES
5 Cruzpata (Caraybamba)	Erosión en cárcava, Deslizamiento	Zona 18S; N:8409581, E:698663	El entorno geomorfológico corresponde a una vertiente coluviodeluvial, con laderas de pendiente fuerte a muy fuerte (15°-45°), modelado en depósitos coluvio-deluviales, compuesto por clastos subredondeados a subangulosos, con diámetros que varían de 0.02 a 0.20 m, envueltos en una matriz arcillo-limosa, medianamente consolidado. El tipo de peligro corresponde a una erosión en cárcava, generado en el cuerpo de un antiguo deslizamiento (fotografía 5). El proceso de carcavamiento presenta una longitud de 29 m, ancho de 6 m y una profundidad de 5 m, que afecta la vía departamental. El sector carece de un sistema de drenaje adecuado, por lo que, en temporadas de lluvias, se genera una mayor erosión e inestabilidad, por saturación del suelo. (Peligro Alto).	Registrados: Al momento de la evaluación se identificó la afectación de 20 m de la vía departamental PE-30A, tramo Caraybamba - Yanaquilca - Mollebamba - Antabamba. Potenciales: De continuar el proceso de carcavamiento, podría afectar la vía nacional y terrenos de cultivo de maíz y papa, ubicados por encima de la cárcava (fotografías 5).	- Realizar un sistema de drenaje adecuado, de preferencia redireccionado hacia la parte interna de la carretera; con canales revestidos para minimizar la infiltración y saturación de terrenos. - Permitir el crecimiento de cobertura vegetal nativa a lo largo de la cárcava y en las zonas circundantes a ella. - Cambiar el sistema de riego, que actualmente es por inundación, por un sistema de riego tecnificado, evitando la excesiva infiltración de agua al subsuelo. - Señalizar la zona, colocando avisos o letreros que adviertan del peligro.



Fotografía 4: Proceso carcavamiento desarrollado en el cuerpo de un deslizamiento antiguo, el cual generó la afectación de la vía departamental PE-30A, en un tramo aproximado de 20 m lineales.



Fotografía 5: Proceso de erosión de ladera de tipo cárcavas que podría afectar la vía departamental. Además, se observa la carencia de un sistema de drenaje adecuado para la carretera, el cual estaría coadyuvando la erosión.

5.1.3. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Chalhuanca.

Cuadro 6: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Chalhuanca.

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGROS	COORDENADAS (zona/este/norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/POTENCIALES	RECOMENDACIONES
6 Sichi (Chalhuanca)	Derrumbe, Flujo de detritos	Zona 18S; N:8413533, E:698173	Geomorfológicamente, el área se encuentra bordeada por montañas en roca sedimentaria, con laderas de pendientes muy fuertes (25°-45°), modelado sobre una intercalación de calizas, lutitas y areniscas de la Formación Socosani. El tipo de peligro identificado corresponde a un derrumbe y posterior flujo de detritos, eventos generados el 11 de febrero 2025. El derrumbe se originó en la ladera baja del cerro Cochacoha, con una longitud de arranque de 15 m, una altura de 80 m y un alcance máximo de 30 m. El material tipo canchal con bloques máximos de 0.20 m, adicionado con el caudal de la quebrada Antasilla, descendió como flujo de detritos, canalizado por la quebrada Sichi, formando un depósito tipo escombrera, con tamaños de bloques (15%), gravas (35%) y arena/limo (50%). (Peligro Alto).	Registrados: El flujo de detritos del pasado 11 de febrero, ocasionó la afectación de 02 viviendas ubicadas en ambas márgenes de la quebrada Sichi (fotografía 6); además, la obstrucción de la vía nacional PE-30A en un tramo de 45 m, y la erosión del cauce principal en ≈5 m. Potenciales: De reactivarse la quebrada, podría afectar nuevamente las viviendas colindantes a la quebrada y la vía nacional PE-30A a la altura del Km. 331.	- Reubicar las 02 viviendas ubicadas hacia ambas márgenes de la quebrada Sichi. - Realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce de la quebrada. - Prohibir la construcción de viviendas en zonas aledañas a los márgenes de la quebrada. - Promover la construcción de zanjas de coronación por encima de la zona de arranque del derrumbe, con el fin de evitar la saturación del terreno. - Reforestar las zonas inestables con plantas nativas propias de la zona.
7 Vía nacional PE-30A (Chalhuanca)	Erosión fluvial	Zona 18S; N:8413860, E:697782	Geomorfológicamente, el área se encuentra en un piedemonte proluvial o aluviotorrencial, con pendiente moderada (5°-15°), bordeada por montañas en roca sedimentaria, con laderas de pendiente muy fuerte (25°-45°), modelado sobre una intercalación de calizas, lutitas y areniscas de la Formación Socosani. El tipo de peligro identificado corresponde a una erosión fluvial por socavamiento al pie de la carretera por aumento del caudal del río Chalhuanca, con una longitud erosionada de aproximadamente 89 m. (Peligro Alto).	Registrados: Al momento de la evaluación, se evidenció grietas de tracción de 10 cm de ancho en el talud inferior de la carretera, por encima de zona de erosionada. Potenciales: La erosión fluvial por aumento del caudal del río Chalhuanca podría afectar la vía nacional PE-30A en un tramo de ≈100 (fotografía 7), debido a que solo se encuentra entre 1.0 m a 3.0 m de la zona erosionada. Además, podría afectar dos postes de tendido eléctrico.	- En el talud inferior de la carretera, (margen derecha del río Chalhuanca) implementar un muro de enrocado, a fin de impedir el efecto erosivo del río y pérdida de suelos. Señalizar la zona, colocando avisos o letreros que adviertan el peligro.

Cuadro 6: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Chalhuanca (continuación).

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGROS	COORDENADAS (zona/este/norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/POTENCIALES	RECOMENDACIONES
8 Pauccaraya (Chalhuanca)	Flujo de detritos	Zona 18S; N:8416594, E:694177	El entorno geomorfológico corresponde a un abanico proluvial con pendientes moderadas (5°-15°), bordeado por montañas en roca sedimentaria, con laderas de pendiente muy fuerte (25°-45°), modelado sobre una intercalación de calizas grises a negras, lutitas grises a negras y areniscas de la Formación Socosani. El tipo de peligro identificado corresponde a un flujo de detritos con una recurrencia periódica, recientemente reactivado en febrero del 2024. El material es heterogéneo, formando depósitos de tipo abanico, con una longitud de aproximadamente 200 m. Tamaños de cantos: 20% de bloques, 30% de gravas y 50% de arena/limo. Además, se tienen bloques máximos de hasta 2.0 m de diámetro. (Peligro Alto a Muy Alto).	Registrados: El evento del 2024, ocasionó la destrucción de 05 viviendas y 01 puente carrozable (fotografía 8); además el flujo ocasionó la obstrucción de la vía nacional PE-30A, en un tramo de aproximadamente 230 m y la afectación de 03 viviendas ubicadas en la parte alta por socavamiento al pie de la ladera y 02 ha de zonas de cultivo de maíz. Potenciales: De reactivarse la quebrada con precipitaciones pluviales intensas, podría afectar nuevamente las viviendas colindantes a la quebrada Pauccaraya, la vía nacional y zonas de cultivo.	- Reubicar las viviendas existentes y colindantes a los márgenes de la quebrada. - Realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce de la quebrada. - Prohibir la construcción de viviendas en zonas aledañas a los márgenes de la quebrada. - Implementar medidas estructurales para el control de flujo de detritos, como barreras dinámicas o la construcción de diques transversales para la retención de material detrítico y reducción de la velocidad de flujo.
9 Huatercuya (Chalhuanca)	Flujo de detritos	Zona 18S; N:8418035, E:691313	El entorno geomorfológico corresponde a un abanico proluvial con pendientes moderadas (5°-15°), bordeado por montañas en roca volcánica, con laderas de pendiente muy fuerte (25°-45°), modelado sobre una intercalación de dacitas y riódacitas gris claras y textura porfírica, de la Unidad Subvolcánica Sañayca. El tipo de peligro identificado corresponde a un flujo de detritos con una recurrencia periódica; el último suscitado el pasado 19 de febrero, se inició en la parte media-alta de la quebrada hasta llegar al río Chalhuanca. El material se muestra heterogéneo, formando depósito de tipo abanico, con bloques (25%), gravas (30%) y arena/limo (45%). Además, se tienen bloques con diámetro de hasta 2.5 m, que se depositaron en los márgenes de la quebrada. (Peligro Alto a Muy Alto).	Registrados: El flujo de detritos obstruyó la vía nacional PE-30A en aproximadamente 300 m lineales, referencia en la progresiva 339+200 (fotografía 9). Generó un embalse de aproximadamente 3.5 m de altura. Así mismo generó la erosión de tierras de cultivo en aproximadamente 2 ha y afectó de 02 postes de tendido eléctrico. Potenciales: De reactivarse la quebrada con precipitaciones pluviales intensas, podría afectar nuevamente la vía nacional y las viviendas ubicadas muy próximas al cauce de la quebrada, por socavamiento al pie de la ladera.	- Realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce de la quebrada. - Prohibir la construcción de viviendas en zonas aledañas a los márgenes de la quebrada. - Se debe construir o aperturar canales para captar las aguas de las precipitaciones pluviales y el pase de flujo de detritos hasta el río Chalhuanca. - Debido a la recurrencia del peligro, se debe implementar medidas estructurales para el control de flujo de detritos, como barreras dinámicas o la construcción de diques transversales para la retención de material detrítico y reducción de la velocidad de flujo.

Cuadro 6: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Chalhuanca (continuación).

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGROS	COORDENADAS (zona/este/norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/POTENCIALES	RECOMENDACIONES
10 Quebrada Molline Comunidad Unchiña (Chalhuanca)	Deslizamiento, Derrumbe, Flujo de detritos	Zona 18S; N:8415818, E:689088	El entorno geomorfológico corresponde a una vertiente coluviodeluvial, bordeado por montañas en roca volcánica, con laderas de pendiente muy fuerte (25°-45°), modelado sobre dacitas y riocitas gris claras de la Unidad Subvolcánica Sañayca. Se identificó deslizamiento antiguo en proceso de reactivación ubicado en la margen izquierda de la quebrada Apacsa, Su escarpe es de forma semicircular con longitud de ≈40 m y desnivel entre escarpa y pie de ≈100 m (fotografía 10). Así mismo; la quebrada presenta múltiples derrumbes activos hacia ambos márgenes de la quebrada, condicionados principalmente por el socavamiento del río al pie de la ladera. Esta geodinámica activa, hace que, en temporada de precipitaciones intensas, la quebrada sea muy susceptible a la ocurrencia periódica de flujos de detritos, siendo el más reciente y de mayor magnitud, el acontecido en enero del 2024, el cual llegó hasta el río Chalhuanca, debido al caudal añadido de la Quebrada Unchiña. (Peligro Alto a Muy Alto).	Registrados: El flujo de detritos del 2024, ocasionó la destrucción de 01 puente modular y afectó la vía vecinal que comunica a los sectores de Chalhuanca, Anjuajayoc y Unchiña, en un tramo aproximado de 200 m lineales; además afectó 02 viviendas, 15 ha de cultivo y 15 cabezas de ganado. Potenciales: De reactivarse la quebrada con precipitaciones pluviales intensas y prolongadas y/o la reactivación del deslizamiento; podría generarse otro flujo de detritos que podría afectar nuevamente la vía vecinal, un puente artesanal y la vía nacional PE-30A. Además, de continuar el proceso de avance retrogresivo del derrumbe, podría afectar 02 viviendas ubicadas a 20 m de la zona de arranque, este evento se encuentra ubicado en la margen derecha de quebrada Apacsa (figura 6).	- Realizar un estudio de peligros geológicos a detalle. - Reubicar las 02 viviendas ubicadas por encima de la zona de arranque de derrumbes (margen derecho de la quebrada Apacsa). - Promover la construcción de zanjas de coronación por encima del escarpe reactivado, con el fin de evitar la saturación del terreno. - Realizar la captación y la derivación de las aguas de escorrentía que se encuentren sobre el escarpe y cuerpo del deslizamiento; conducidas por medio de infraestructuras de drenaje pluvial y/o canales revestidos. - Realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce de la quebrada. - Proponer la implementación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT), que avise con antelación a la población ante la ocurrencia de flujos de detritos (huaicos).
11 Quebrada Jayo Anexo Jayo (Chalhuanca)	Deslizamiento, Reptación de suelos, Flujo de detritos	Zona 18S; N:8418577, E:685085	El entorno geomorfológico corresponde a una vertiente coluviodeluvial, bordeado por montañas en roca sedimentaria, con laderas de pendiente fuerte a muy fuerte (15°-45°), modelado sobre cuarciaarenitas blancas, intercaladas con horizontes lutáceos negros, de la Formación Hualhuani (Grupo Yura). El tipo de peligro corresponde a la reactivación de un deslizamiento antiguo, en la margen derecha de la quebrada Jayo; con un escarpe principal con longitud de 60 m y un desnivel entre escarpa y pie de 110 m (fotografía 11). En el cuerpo del deslizamiento se evidenció grietas longitudinales con extensiones de 3.0 m y aperturas de 0.02 m. Se aprecia también reptación, condicionado por la sobresaturación del terreno, evidenciado por distintos bofedales en la zona. Además, la quebrada Jayo es muy susceptible a la ocurrencia de flujos de detritos; el más reciente y de mayor magnitud, el ocurrido en abril 2024 llegando hasta el río Chalhuanca (fotografía 12). (Peligro Alto a Muy Alto).	Registrados: El deslizamiento afectó 02 viviendas, actualmente con agrietamientos, y la vía vecinal que comunica los sectores de Ccascopata y Jayo. Además, el último evento de flujo de detritos del 2024, destruyó un puente modular y afectó terrenos de cultivo en 04 ha, el sistema principal de agua potable de Chalhuanca y vía nacional PE-30A, en un tramo de ≈80 m. Potenciales: La reactivación del deslizamiento podría afectar 5 viviendas ubicadas en el margen derecho de la quebrada Jayo. Así mismo, una nueva reactivación del flujo de detritos, podría afectar zonas de cultivo, nuevamente el sistema de agua potable, 01 puente artesanal y la vía nacional.	- Promover la construcción de zanjas de coronación por encima del escarpe reactivado, con el fin de evitar la saturación del terreno. - Realizar la captación y la derivación de las aguas de manantiales (bofedales) que se encuentren en el cuerpo del deslizamiento; conducidas por medio de canales revestidos; ubicadas lejos de la zona inestable. - Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización. - Realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce de la quebrada Jayo. - Proponer la implementación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT), con el objetivo de tener avisos oportunos ante la ocurrencia de flujos de detritos (huaicos). - Prohibir la construcción de viviendas en zonas aledañas a los márgenes de la quebrada.

Cuadro 6: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Chalhuanca (continuación).

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGROS	COORDENADAS (zona/este/norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/POTENCIALES	RECOMENDACIONES
12 Chiripata C.P. Chuquina (Chalhuanca)	Deslizamiento	Zona 18S; N:8419487, E:687715	El entorno geomorfológico corresponde a una vertiente coluviodeluvial, con pendiente fuerte a muy fuerte (15°-45°), modelado sobre depósitos coluvio-deluviales, compuesto por fragmentos de rocas subredondeados a subangulosos, con diámetros que varían de 0.02 a 0.30 m, envueltos en matriz arcillo limo-arenoso, medianamente consolidado. El tipo de peligro identificado corresponde a un deslizamiento de tipo rotacional reactivado por el socavamiento del río Chalhuanca al pie de ladera y acontecido en febrero del 2024. El deslizamiento presenta un escarpe principal con una longitud de ≈65 m, salto principal de ≈1.5 m y un desnivel entre escarpa y pie de ≈69 m (fotografía 13). En el cuerpo del deslizamiento se muestran agrietamientos longitudinales con extensiones hasta de ≈5 m con separación hasta de 0.10 m. (Peligro Alto).	Registrados: El evento del 2024, ocasionó la destrucción de vía vecinal Chuquina - Pincahuacho, en un tramo de aproximadamente 65 m; además, de 01 vivienda, 01 poste de tendido eléctrico y 01 galpón de cerdos. Así mismo, el deslizamiento generó el colapso del sistema matriz de agua potable de Chalhuanca. Potenciales: De reactivarse el deslizamiento podría afectar nuevamente la vía vecinal, el sistema matriz de agua potable y 01 vivienda ubicada en aproximadamente 3.0 m del escarpe principal del deslizamiento.	- Reubicar la vivienda próxima al escarpe del deslizamiento. - Implementar zanjas de coronación o sistemas de drenajes mediante canales impermeabilizados en la cabecera del deslizamiento, para evitar la saturación del suelo por agua. - Realizar prácticas de conservación y regeneración de la cobertura vegetal natural, debido a que, el desarrollo de esta vegetación contribuye a atenuar el proceso de incisión rápida de las masas deslizantes.
13 Mutca (Chalhuanca)	Flujo de detritos, Derrumbe, Deslizamiento	Zona 18S; N:8427698, E:683029	El entorno geomorfológico corresponde a una vertiente coluviodeluvial, bordeado por montañas en roca sedimentaria, con laderas de pendiente fuerte a muy fuerte (15°- 45°), modelado sobre areniscas blanquecinas intercaladas con niveles lutáceos, de la Formación Labra (Grupo Yura). El tipo de peligro identificado corresponde a un flujo de detritos con una e, recientemente reactivado en enero del 2025 (fotografía 14). El material es heterogéneo, formando depósitos de tipo escombrera, conformado por bloques (35%), gravas (30%) y arena/limo (35%). Además, se tienen bloques con diámetro máximos hasta de 1.0 m. En los márgenes de la quebrada se tienen diferentes procesos de derrumbes y deslizamientos, condicionados por cortes y socavamiento fluvial al pie de la ladera. (Peligro Alto).	Registrados: El flujo de detritos de enero del 2025, ocasionó la obstrucción de la vía nacional PE-30A, en un tramo aproximado de 50 m lineales. Además, afectó la trocha carrozable en 50 m aproximadamente, canal de riego y diques transversales, disipadores de la velocidad del flujo. Potenciales: De reactivarse la quebrada, podría obstruir nuevamente la vía nacional PE-30A y afectar la trocha carrozable y canales de riego.	- Realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce de la quebrada. - Prohibir la construcción de viviendas en zonas aledañas a los márgenes de la quebrada. - Reforestar las zonas inestables con plantas nativas propias de la zona. - Implementar medidas estructurales para el control de flujo de detritos, como barreras dinámicas o diques transversales para la retención de material detrítico y reducción de la velocidad de flujo.



Fotografía 6: Flujo de detritos acontecido el 11 de febrero en la quebrada Sichi, el cual afectó 02 viviendas ubicadas en ambas márgenes de la quebrada.



Fotografía 7: Vista del tramo vial nacional PE-30A (Chalhuanca), el cual podría ser afectado por erosión fluvial por socavamiento al pie de la carretera.



Fotografía 8: Depósitos tipo abanico, dejados por el flujo de detritos en febrero del 2024. Además, en la fotografía se puede observar el segundo piso de una vivienda y los estribos del puente destruido.



Fotografía 9: Vista panorámica del depósito en forma de abanico, dejado por el flujo de detritos del 19 de febrero, el cual obstruyó la vía nacional en aproximadamente 300 m lineales. Referencia: Progresiva 339+200, sector Huatercuya.



Fotografía 10: Reactivación de un deslizamiento antiguo en la margen derecha de la quebrada Molline (sector Unchiña), con un escarpe semicircular de ≈ 40 m de longitud.



Figura 6: Vista de la quebrada Molline, donde se puede observar en flechas entrecortadas la reactivación del deslizamiento, y la ubicación de viviendas cercanas al cauce principal de la quebrada.



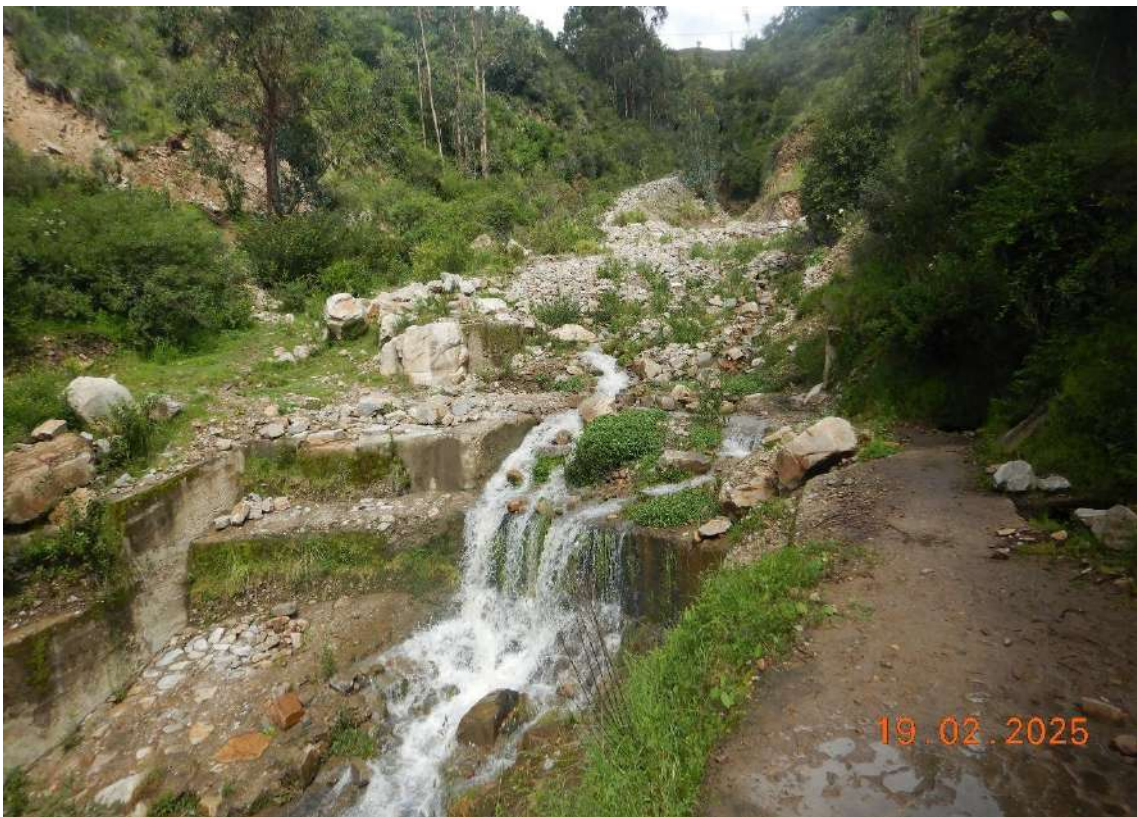
Fotografía 11: Vista de la reactivación de un deslizamiento antiguo en el Anexo Jayo, con un escarpe principal de 60 m de longitud y un desnivel entre escarpa y pie de 110 m, principalmente condicionado por la sobresaturación del terreno.



Fotografía 12: Vista de la quebrada Jayo, donde se puede visualizar el material depositado en forma de abanico, dejado por el flujo de detritos en abril del 2024 que afectó vía nacional PE-30A, en un tramo de ≈ 80 m.



Fotografía 13: Vista del deslizamiento rotacional en el sector Chiripata (C.P. Chuquinga), el cual fue condicionado por el socavamiento del río Chalhuanca al pie de ladera y acontecido en febrero del 2024.



Fotografía 14: Vista aguas arriba de la Quebrada Mutca, donde se muestra el material depositado del último evento de flujos de detritos, acontecido en enero del 2025.

5.1.4. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Sañayca.

Cuadro 7: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Sañayca.

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGROS	COORDENADAS (zona/este/norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/POTENCIALES	RECOMENDACIONES
14 vía nacional PE-30A (Sañayca)	Erosión fluvial	Zona 18S; N:8435985, E:683337	Entorno geomorfológico de una terraza aluvial con pendientes suaves (1°- 5°), bordeado por montañas en roca sedimentaria, con laderas de pendiente muy fuerte (25°-45°), sobre una intercalación de areniscas blanquecinas con niveles lutáceos de la Formación Labra (Grupo Yura). El tipo de peligro identificado corresponde a erosión fluvial, generado en la margen derecha del río Chalhuanca, por socavamiento al pie de la terraza aluvial por aumento del caudal del río, con una longitud erosionada de aproximadamente 100 m, afectando la seguridad física de la vía nacional PE-30A. (Peligro Alto).	Potenciales: De continuar con el proceso erosivo del río Chalhuanca, podría afectar la vía nacional Chalhuanca-Soraya-Sañayca, en un tramo aproximado de 100 m lineales.	- En el talud inferior de la vía nacional (margen derecha del río Chalhuanca) implementar un muro de enrocado, a fin de impedir el efecto erosivo del río.
15 Cuycuhua (Sañayca)	Erosión fluvial	Zona 18S; N:8428445, E:681421	Morfología de una terraza aluvial con pendiente suave (1°- 5°), bordeada por vertientes coluviodeluviales, de pendientes moderadas (5°-15°) y montañas en roca sedimentaria, con laderas de pendiente fuerte a muy fuerte (15°-45°); substrato rocoso compuesto por una intercalación de areniscas blanquecinas con niveles de lutitas de la Formación Labra (Grupo Yura). El tipo de peligro corresponde a erosión fluvial, en ambas márgenes del río Chalhuanca, por socavamiento al pie de la terraza aluvial por aumento del caudal del río Chalhuanca; una longitud erosionada de aprox.15 m en la margen derecha y 10 m en la margen izquierda, (fotografía 15). (Peligro Alto).	Registrados: Al momento de la evaluación se registró la destrucción de 01 vivienda, ubicada en la margen izquierda del río Chalhuanca, específicamente en las coordenadas N: 8428364, E: 681448 (fotografía 16). Potenciales: De continuar con el proceso erosivo del río Chalhuanca, podría comprometer la vía nacional en un tramo de 15 m por socavamiento en la base de la carretera, además de afectar el puente Cuycua y la cuneta. Así mismo podría afectar 03 viviendas ubicadas en la margen izquierda del río.	- Reubicar las viviendas ubicadas en la margen izquierda del río Chalhuanca, ubicadas muy cerca del cauce principal. - Respetar la faja marginal. - Prohibir la construcción de nuevas viviendas. - Para la protección del puente Cuycua, se debe implementar un muro de enrocado, a fin de impedir el efecto erosivo del río.
16 Chaya Qda. Pialpampa (Sañayca)	Flujo de detritos, Derrumbe	Zona 18S; N:8431839, E:680619	Morfología de un abanico proluvial con pendientes fuertes (15°- 25°), bordeado por montañas en roca sedimentaria, con laderas de pendiente muy fuerte (25°-45°); litología compuesta por calizas gris-negras, de la Formación Arcurquina. El tipo de peligro corresponde a un flujo de detritos con una recurrencia periódica; el último suscitado en febrero del 2024, el cual se inició en la parte media-alta del cerro Sulcahuamanhuiri hasta llegar al río Chalhuanca. El material se muestra heterogéneo, formando depósito de tipo abanico, con bloques (20%), gravas (30%) y arena/limo (50%). En los márgenes de la quebrada, se presenta derrumbes activos, que contribuyen a la acumulación de materiales coluviales sueltos subangulosos al pie de la ladera y susceptibles a ser removidos con facilidad. (Peligro Alto).	Registrados: El flujo de detritos del 2024, afectó 02 viviendas ubicadas en la desembocadura de la quebrada, la obstrucción de la vía departamental en un tramo aproximado de 50 m lineales, 02 postes de tendido eléctrico y la afectación de 2 ha de cultivo (palta y alfalfa), y ganado vacuno. Potenciales: De reactivarse la quebrada con precipitaciones pluviales intensas, podría afectar nuevamente la vía departamental, postes de tendido eléctrico y viviendas ubicadas en el abanico proluvial.	- Realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce de la quebrada. - Prohibir la construcción de nuevas viviendas en zonas aledañas a los márgenes de la quebrada y abanico proluvial. - Implementar medidas estructurales para el control de flujo de detritos, como barreras dinámicas o la construcción de diques transversales para la retención de material detrítico y reducción de la velocidad de flujo.



Fotografía 15: Erosión fluvial por socavamiento al pie de la carretera, que podría comprometer la seguridad física de la cuneta y la vía nacional en un tramo de 15 m. Referencia: Puente Cuycua (Sañayca).



Fotografía 16: Vivienda ubicada al borde del margen izquierdo del río Chalhuanca, el cual, fue destruida por el aumento del caudal, el día 20 de febrero.

5.1.5. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Soraya.

Cuadro 8: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Soraya.

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGROS	COORDENADAS (zona/este/norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/POTENCIALES	RECOMENDACIONES
17 Qda. Quellomayo Comunidad Ccarhuatani (Soraya)	Flujo de detritos, Deslizamiento, Derrumbe.	Zona 18S; N:8418035, E:691313	El entorno geomorfológico corresponde a una vertiente coluviodeluvial con pendientes moderadas (5°-15°), bordeado por montañas en roca sedimentaria, con laderas de pendiente fuerte a muy fuerte (15°-45°), modelado sobre una intercalación de cuarciarenitas blancas con horizontes lutáceos negros carbonosos, de la Formación Hualhuani (Grupo Yura). El tipo de peligro identificado corresponde a un flujo de detritos con una recurrencia periódica; el último suscitado en enero del 2025. Material heterogéneo, formando un depósito de tipo escombrera, con 20% de bloques, 30% de gravas y 50% de arena/limo. Además, se tienen bloques de hasta 2.0 m de diámetro. Así mismo hacia ambas márgenes de la quebrada, se tiene diferentes derrumbes y deslizamientos, condicionados por el socavamiento al pie de ladera, y la sobresaturación del terreno, evidenciado por los distintos manantiales (bofedales) que presenta la zona y la carencia de un adecuado sistema de drenaje. (Peligro Muy Alto).	Registrados: El evento de enero del 2025, ocasionó la obstrucción de la trocha carrozable, que comunica a los sectores de Huarccay y Pararani, en un tramo de ≈20 m lineales. De la misma forma, en las coordenadas N: 8432653, E: 685080 ocasionó la obstrucción de la vía de comunicación entre los sectores de Fullfuni y Miskiyaku, en un tramo de ≈40 m lineales. Potenciales: De reactivarse la quebrada, podría afectar 05 viviendas ubicadas en los márgenes de la quebrada, 02 instituciones educativas (IEI 193, IEP 54324 Santa Rosa), ubicados entre 2.0 a 6.0 m de la margen derecha de la quebrada (fotografía 17), las vías de comunicación antes mencionadas, 01 losa deportiva, 01 puente artesanal y terrenos de cultivo de maíz.	- Reubicar las viviendas existentes y colindantes a los márgenes de la quebrada. - Reubicar las instituciones educativas IEI 193, IEP 54324 Santa Rosa, por estar ubicadas sobre depósitos coluvio-deluviales, próximas al margen derecho de la quebrada. - Realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce de la quebrada. - Prohibir la construcción de viviendas en zonas aledañas a los márgenes de la quebrada. - Realizar la captación y la derivación de las aguas de escorrentía; conducidas por medio de infraestructuras de drenaje pluvial y/o canales revestidos. - Cambiar el sistema de riego, que actualmente es por inundación, por un sistema de riego tecnificado, esto evitaría la excesiva infiltración de agua al subsuelo. - Restringir los caminos peatonales colindantes a los márgenes de la quebrada.
18 Accopampa (Soraya)	Erosión fluvial	Zona 18S; N:8435985, E:683336	El entorno geomorfológico corresponde a una terraza aluvial con pendientes suaves (1°- 5°), modelado sobre depósitos aluviales, compuestos por una mezcla heterogénea de bolones y gravas redondeadas a subredondeados; así como arenas gruesas, inconsolidados, susceptibles a la erosión fluvial. El tipo de peligro identificado corresponde a erosión fluvial, acontecido el día 20 de febrero, por socavamiento al pie de la terraza aluvial por aumento del caudal del río Chalhuanca, con una longitud erosionada de aproximadamente 150 m, con afectaciones de viviendas, zonas de cultivo y la vía vecinal Chacapunte-Soraya-Ccarhuatani. (Peligro Muy Alto).	Registrados: A partir del testimonio de los pobladores, la erosión fluvial del 20 de febrero, provocó la destrucción de 01 vivienda en la margen derecha del río Chalhuanca; así como zonas de cultivo de maíz en aproximadamente 200 m2. Potenciales: De continuar el proceso erosivo del río Chalhuanca, podría afectar 06 viviendas asentadas en la terraza aluvial (margen derecha del río Chalhuanca) (fotografía 18); de la misma forma podría afectar la vía vecinal Chacapunte-Soraya-Ccarhuatani, en un tramo aproximado de 50 m lineales. Así mismo podría comprometer la seguridad física del puente Chacapunte.	- Reubicar las viviendas asentadas en la terraza aluvial. - Prohibir la construcción de nuevas viviendas. - En el talud inferior de la vía vecinal, (margen derecha del río Chalhuanca) implementar un muro de enrocado, a fin de impedir el efecto erosivo del río. - Construir enrocados o muro de contención (defensas ribereñas) para la protección del puente Chacapunte.



Fotografía 17: Viviendas e instituciones educativas (IEI 193, IEP 54324 Santa Rosa) de la comunidad de Ccarhuatani, asentadas en los márgenes de la quebrada Quellomayo.



Fotografía 18: Viviendas asentadas sobre la terraza aluvial (margen derecho del río, sector Accopampa) en peligro, de continuar con el proceso erosivo del río Chalhuanca.

5.1.6. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Pochuanca.

Cuadro 9: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Pochuanca.

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGROS	COORDENADAS (zona/este/norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/POTENCIALES	RECOMENDACIONES
19 Huancapampa (Pochuanca)	Derrumbe, Caídas de rocas, Flujo de detritos	Zona 18S; N:8426882, E:706913	Geomorfológicamente corresponde a un abanico proluvial circundado por montaña en roca sedimentaria, con pendiente muy fuerte (25°- 45°), modelado sobre areniscas cuarzosas, areniscas y lutitas moderadamente a muy fracturadas de la Formación Puente (Grupo Yura). El tipo de peligro corresponde a derrumbes y caídas de rocas, que se originan en las laderas del Cerro Condorfuto, condicionados principalmente por la fuerte pendiente de la ladera, que afectan constantemente las vías de comunicación. En el sector Sayar entre enero y marzo de 2020 se presentó un derrumbe, donde sus materiales desprendidos alcanzaron el poblado de Huancapampa. Así mismo, la quebrada Huancapampa es muy susceptible a la ocurrencia de flujos detritos, con recurrencia periódica, siendo la última en febrero del presente año. En los márgenes de la quebrada se presenta derrumbes y deslizamientos, condicionados por el socavamiento y sobresaturación del suelo, al pie de la ladera. (Peligro Alto).	Registrados: De acuerdo con el testimonio de los pobladores, el evento del 2020, dejó 05 viviendas afectadas y 05 viviendas destruidas en el sector Soyar. Potenciales: De reactivarse los derrumbes y/o caídas de rocas, en las laderas del cerro Condorfuto podría afectar 01 iglesia y 06 viviendas del sector Soyar. De la misma manera, estos eventos podrían afectar la trocha carrozable, que comunica los sectores de Pochuanca - Cascabamba - Huancapampa y Piscolla. La reactivación de la quebrada Huancapampa podría afectar las viviendas del sector Piscolla, ubicadas en ambas márgenes de la quebrada; así como la vía departamental PE-30A.	- Reforestar las zonas inestables con plantas nativas propias de la zona. - Implementar medidas de mitigación estructural frente a caída de rocas (geomallas ancladas, barreras dinámicas, red de anillos, entre otros); con el fin de reducir el peligro frente a la caída de rocas. - Realizar la captación y la derivación de las aguas de escorrentía; conducidas por medio de infraestructuras de drenaje pluvial y/o canales revestidos. - Realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce de la quebrada Huancopampa.
20 Apu Huamanchino Prog. 11+240 (Pochuanca)	Derrumbe, Caída de rocas.	Zona 18S, E:704394, N:8428337	El entorno geomorfológico corresponde a una montaña en roca sedimentaria, con pendiente muy fuerte a muy abrupta (25°-65°) modelado sobre una intercalación de lutitas negras oscuras y areniscas gris negruzcas ferruginosas, muy fracturadas y altamente meteorizadas (Formación Cachios; Grupo Yura). El tipo de peligro identificado corresponde a derrumbes con recurrencia periódica, principalmente en época de lluvias. El tipo de rotura es planar, con una zona de arranque irregular, formando depósitos con una longitud de ≈40 m y una altura de arranque de ≈80 m. El depósito es en canchales con un tamaño de bloque máximo de 0.50 m (fotografía 19). Un factor muy importante de mencionar, es el grado de fracturamiento de la roca y la infiltración de agua hacia las rocas sedimentarias, las cuales están controlados por la presencia de diques andesíticos; lo que hace muy susceptible las laderas a procesos de derrumbes y caídas de rocas. (Peligro Alto).	Registrados: El derrumbe acontecido en febrero del 2025, afectó la red vial vecinal, que comunica los sectores de Chanta - Pochuanca, en aproximadamente 40 m lineales; con reportes de afectación, que llegaron hasta la vía departamental Santa Rosa - Antabamba. Potenciales: Ante lluvias intensas y prolongadas, los derrumbes y/o caídas de rocas podrían comprometer la vía vecinal AP-769 Chanta - Pochuanca; así como la vía departamental AP-108 Santa Rosa - Antabamba.	- Implementar trabajos de desquinchado de los bloques sueltos. - Implementar zanjas de coronación o sistemas de drenajes mediante canales impermeabilizados en la cabecera de las zonas inestables, para evitar la saturación del suelo. - Reforestar las zonas inestables con plantas nativas propias de la zona. - Construir muros de contención para mitigar los efectos de las caídas de rocas y derrumbes. - Señalizar la zona, colocando avisos o letreros que adviertan del peligro.

5.1.7. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Yanaca.

Cuadro 10: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Yanaca.

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELI GROS	COORDENADAS (zona/est e/ norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/ POTENCIALES	RECOMENDACIONES
21 Cuyo (Yanaca)	Flujo de detritos, Derrumbe	Zona 18S, E:697776, N:842645 5	El entorno geomorfológico corresponde a una vertiente coluvio deluvial circundada por montaña en roca sedimentaria, con pendiente muy fuerte (25°- 45°); modeladas en lutitas negras oscuras y areniscas gris ferruginosas moderadamente a muy fracturadas de la Formación Cachios (Grupo Yura). Peligro corresponde a flujos de detritos de recurrencia periódica, la última el pasado 8 de febrero. Material heterogéneo alcanza alturas de 2 m dentro del cauce, formando depósitos tipo abanico, con 20% de bloques, 50% de gravas y 30 % de arena y limo; además se tiene bloques de hasta 1.0 m de diámetro. Así mismo, en ambas márgenes de la quebrada se presentan derrumbes condicionados principalmente por el socavamiento al pie de la ladera y por la sobresaturación del suelo, el ultimo, registrado el 20 de febrero, con una longitud de ≈100 m y altura de arranque de ≈12 m. (Peligro Alto).	Registrados: El flujo de detritos del 8 de febrero de 2025, destruyó 10 m de gaviones para protección del puente Chacahuaycco (fotografía 20), socavó el estribo izquierdo del puente. Afectó 05 bocatomas de agua de regadío, obstruyó la carretera Chapi - Tumiri - Yanaca y afectó 01 baden ubicado aguas abajo. De la misma manera, el derrumbe del 20 de febrero, dejó 50 m de la carretera Chapi - Tumiri - Yanaca intransitable. Potenciales: De reactivarse la quebrada afectaría las vías de comunicación antes mencionada y las zonas de cultivo y animales menores que cruzan diariamente por la zona.	- Realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce de la quebrada. - Reconstrucción de las defensas ribereña, para la protección del puente Chacahuaycco. - Reubicar las bocatomas afectas. - Prohibir la construcción de viviendas en zonas aledañas a los márgenes de la quebrada. - Para las zonas de derrumbes, implementar zanjas de coronación o sistemas de drenajes mediante canales impermeabilizados en la cabecera de las zonas inestables. - Reforestar las zonas inestables con plantas nativas propias de la zona.



Fotografía 19: Derrumbe activo, ubicado en la vía vecinal Chanta-Pocohuanca (Prog. 11+240), que afecta recurrentemente un tramo aproximado de 40 m lineales.



Fotografía 20: Vista aguas arriba de la quebrada Cuyo, el cual muestra el material detrítico reactivado en febrero del 2025, que destruyó 10 m de gaviones destinados para la protección del puente Chacahuaycco.

5.1.8. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Justo Apu Sahuaraura.

Cuadro 11: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Justo Apu Sahuaraura.

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGROS	COORDENADAS (zona/este/norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/POTENCIALES	RECOMENDACIONES
22 Viscachallo Ornopata (Justo Apu Sahuaraura)	Flujo de detritos, Deslizamiento, Derrumbe, Erosión en cárcavas.	Zona 18S, E:697211, N:8433994	Geomorfológicamente corresponde a una vertiente coluvio deluvial circundada por montaña en roca sedimentaria, con pendientes muy fuerte a (25°- 45°), modeladas sobre una intercalación de cuarciarenitas blancas con horizontes lutáceos negros carbonosos de la Formación Hualhuani (Grupo Yura). El tipo de peligro corresponde a flujos de detritos, con recurrencia periódica, el ultimo del pasado 18 de diciembre de 2024. Material trasladado heterogéneo, formando depósitos tipo abanico, con 10% de bloques, 30% de gravas y 60 % de arena y limo. Así mismo, en la parte media-alta de la quebrada, se aprecian deslizamientos y derrumbes, condicionados por la sobresaturación del terreno. De la misma manera, en la cabecera de la quebrada se tiene procesos de erosión en cárcava con una longitud máxima de erosión de ≈450 m y una profundidad de ≈180 m, que contribuye constantemente con material detrítico a la quebrada (fotografía 21). (Peligro Muy Alto).	Registrados: El flujo de detritos acontecido el 18 de diciembre del 2024, destruyó la trocha carrozable que une los sectores de Pichihua y Puquio en un tramo de 40 m lineales. Además de afectar ganado y caballos que transitaban por la zona. Potenciales: De reactivarse la quebrada, podría afectar nuevamente la trocha carrozable, antes mencionada; así como comprometer la seguridad física de personas y animales que transitan por la zona.	- Considerar el cambio del trazo de la carretera Pichihua-Puquio. - Realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce de la quebrada. - Para los deslizamientos y derrumbes, implementar zanjas de coronación o sistemas de drenajes mediante canales impermeabilizados en la cabecera de las zonas inestables. - Permitir el crecimiento de cobertura vegetal nativa a lo largo de las zonas de cárcava y en las zonas circundantes a ella. - Proponer la implementación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT), con el objetivo de tener avisos oportunos ante la ocurrencia de flujos de detritos (huaicos). - Prohibir la construcción de viviendas en zonas aledañas a los márgenes de la quebrada.
23 Chinchilla (Justo Apu Sahuaraura)	Flujo de detritos, Derrumbe, Deslizamiento	Zona 18S, E:695490, N:8433112	Geomorfológicamente corresponde a una vertiente coluvio deluvial circundada por montaña en roca sedimentaria, con pendientes fuertes a muy fuerte (15 - 45°), modelada sobre cuarciarenitas blancas, intercaladas con horizontes lutáceos negros carbonosos, muy fracturadas de la Formación Hualhuani (Grupo Yura). Flujo de detritos con recurrencia periódica, el más reciente del pasado 06 de febrero. Material trasladado heterogéneo, formando depósitos tipo abanico, con 30% de bloques, 30% de gravas y 40 % de arena y limo; además, se tiene bloques de hasta 1.5 m de diámetro. Así mismo, en ambas márgenes de la quebrada Caucera (afluente al río Chinchilla), se aprecian derrumbes y deslizamientos condicionados por el socavamiento al pie de la ladera; la zona de arranque de uno de ellos se encuentra a solo ≈10 m de 02 viviendas y un segundo, se encuentra a 4.0 m del puente Paccha que comunica a la comunidad de Chinchilla. (Peligro Alto).	Registrados: El flujos de detritos del 06 de febrero; afectó ≈3.0 ha de forestación de pinos, ≈200 m de tuberías de riego a lo largo de toda la quebrada Caucera y ≈200 m de tubería de riego, pertenecientes a la comunidad Pichihua. Potenciales: De reactivarse la quebrada con precipitaciones pluviales intensas, podría afectar la trocha carrozable Sahuaraura - Chinchilla en un tramo aproximado de 90 m (fotografía 22) y 01 puente ubicado en las coordenadas N: 8433413, E: 695307, en la confluencia con el río Chinchilla.	- Reubicar las viviendas que se encuentren cerca de las zonas de arranque de derrumbes y deslizamientos. - Realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce de la quebrada. - Construir enrocados o muro de contención en ambas márgenes del puente Chinchilla. - Para los deslizamientos y derrumbes, implementar zanjas de coronación o sistemas de drenajes mediante canales impermeabilizados en la cabecera de las zonas inestables. - Reforestar las zonas inestables con plantas nativas propias de la zona. - Reubicar el sistema de regadío. - Cambiar el trazo de la trocha carrozable en la zona de confluencia con el río Chinchilla.

Cuadro 11: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Justo Apu Sahuaraura (continuación).

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELI GROS	COORDE NADAS (zona/este / norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/ POTENCIALES	RECOMENDACIONES
24 Checcasa (Justo Apu Sahuaraura)	Deslizamiento Reptación de suelos	Zona 18S, E:694656, N:8437403	El entorno geomorfológico corresponde a montaña en roca sedimentaria, con pendientes fuertes a muy fuerte (15°-45°), modelado sobre calizas gris negras en estratos gruesos, muy fracturadas, de la Formación Arcurquina - Miembro inferior. El tipo de peligro identificado corresponde a un deslizamiento de tipo rotacional activo, con último reporte de movimiento del 10 de febrero. El deslizamiento presenta un escarpe principal con una longitud de ≈120 m y un desnivel entre escarpa y pie de ≈50 m. En el cuerpo del deslizamiento se evidencian procesos de reptación de suelos, condicionados por la sobresaturación del suelo, evidenciado por los distintos bofedales que presenta la zona. (Peligro Alto).	Registrados: De acuerdo con el testimonio de los pobladores, el deslizamiento dejó 01 vivienda destruida y 01 vivienda afectada. Potenciales: La reactivación del deslizamiento podría afectar 15 viviendas ubicadas en el cuerpo del evento; así como zonas de cultivo de maíz, papa y alfalfa.	- Implementar zanjas de coronación o sistemas de drenajes mediante canales impermeabilizados en la cabecera del deslizamiento. - Realizar la captación y la derivación de las aguas de manantiales (bofedales) que se encuentren en el cuerpo del deslizamiento, conducidas por medio de canales revestidos, ubicadas lejos de la zona inestable. - Cambiar el sistema de riego (inundación), por un sistema de riego tecnificado, esto evitaría la excesiva infiltración de agua al subsuelo.



Fotografía 21: Vista panorámica de la quebrada Viscachallo Ornopata, el cual presenta diferentes procesos de movimientos en masa que contribuyen constantemente con material detrítico a la quebrada, susceptible a la generación de flujos de detritos.



Fotografía 22: Vista de la confluencia de la quebrada Caucera con la quebrada Chinchilla y el material detrítico de los eventos de flujos de detritos, los cuales podrían afectar la trocha carrozable Sahuaraura – Chinchiña y el puente Chinchilla.

5.1.9. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Tapairihua.

Cuadro 12: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Tapairihua.

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGROS	COORDENADAS (zona/este/norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/POTENCIALES	RECOMENDACIONES
25 Mazupampa (Tapairihua)	Flujo de detritos, Deslizamiento, Derrumbe Erosión fluvial Inundación fluvial	Zona 18S, E:700198, N:8432835	El entorno geomorfológico corresponde a un abanico proluvial con pendiente moderada (5°-15°), circundada por montaña en roca sedimentaria, con laderas de pendiente muy fuerte (25°-45°), modeladas sobre areniscas blanquecinas, alternadas con niveles lutáceos de la Formación Labra (Grupo Yura). Flujo de detritos, de recurrencia periódica, el ultimo de gran magnitud acontecido el 12 febrero 2025, el cual embalsó el río Antabamba en una longitud de 100 m aprox. El material trasladado es heterogéneo, con alturas máximas de 3.0 m dentro del canal, formando depósitos tipo abanico, con 10% de bloques, 40% de gravas y 50 % de arena y limo. Así mismo; hacia la margen izquierda de la quebrada, se tienen 02 deslizamientos activos que contribuyen constantemente con material detrítico a la quebrada Pacchantay. Así mismo en las coordenadas N: 8432634, E: 700198; se tiene erosión e inundación fluvial, por aumento del caudal del río Antabamba, con una zona inundable ≈600 m de longitud, el cual podría comprometer la vía nacional. (Peligro Alto a Muy Alto).	Registrados: El flujo de detritos, registrado el 20 de febrero, obstruyó la vía departamental Santa Rosa - Antabamba, en un tramo de aproximadamente 150 m lineales (fotografía 23); además, afectó 50 m de defensa riveraña y 02 postes de tendido eléctrico. La erosión fluvial afectó 0.5 ha de zonas de cultivos. Potenciales: De reactivarse la quebrada podría afectar nuevamente la vía departamental. De la misma forma, la erosión fluvial podría afectar la vía, en un tramo de aproximadamente 100 m lineales y 03 postes de tendido eléctrico.	- Realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce de la quebrada Pacchantay. - Ampliación de la parte baja del canal de la quebrada, para el libre tránsito del flujo. - Reconstruir las defensas ribereñas afectadas. - Reforestar las zonas inestables con plantas nativas propias de la zona. - Implementar medidas estructurales para el control de flujo de detritos (barreras dinámicas o diques transversales) para la retención de material detrítico y reducción de la velocidad de flujo. - Para la erosión fluvial, construir enrocados o muro de contención, en el margen derecho del río Antabamba. - Debido a la recurrencia del peligro, se debe señalizar la zona, colocando avisos o letreros preventivos que adviertan del peligro por flujos de detritos.
26 Huaccamolle Prog. 21+240 Tupac Amaru (Tapairihua)	Erosión fluvial, Caída de rocas	Zona 18s, E:699808, N:8434625	El entorno geomorfológico corresponde a montaña en roca sedimentaria, con pendiente muy fuerte a muy escarpada (25°-65°), modelado sobre cuarciarenitas blancas, intercaladas con horizontes lutáceos negros carbonosos, muy fracturadas de la Formación Hualhuani (Grupo Yura). El tipo de peligro identificado corresponde a procesos de erosión fluvial registrados en febrero del presente año, por aumento del caudal del río Antabamba. La longitud erosionada es de 100 m, afectando principalmente la vía nacional Santa Rosa - Antabamba. De la misma manera se identificó procesos de caída de rocas, con boques desprendidos de hasta 1 m de diámetro y alcances de hasta 10 m, condicionados por el talud rocoso muy fracturado, con roturas de tipo planar, a favor de la pendiente. De la misma forma, en las coordenadas N: 8433228, E: 700243 (Sector Tupac Amaru), se tiene procesos de erosión fluvial, por socavamiento al pie del talud (depósitos proluviales) por aumento del caudal del río Antabamba, que compromete zonas de cultivo y viviendas. (Peligro Alto).	Registrados: Al momento de realizar la evaluación, se observó la vía departamental Santa Rosa - Antabamba, afectada en un tramo de 100 m lineales, aprox. En sector Tupac Amaru, se tiene la pérdida de zonas de cultivo de maíz y palta en aproximadamente 0.5 ha (fotografía 24). Potenciales: De continuar con el proceso de erosión fluvial, podría comprometer la seguridad física de la vía departamental alcanzando un mayor daño a la vía y la pérdida de la plataforma actual. Para el sector Tupac Amaru, la erosión fluvial podría comprometer la seguridad física de 02 viviendas y 03 postes de tendido eléctrico.	- Construir enrocados o muro de contención en la margen derecha del río Antabamba, con fines de protección de la vía nacional Departamental. - Para el sector Tupac Amaru, se debe reubicar las 02 viviendas. - En el talud inferior de la vía departamental (margen derecha del río Antabamba) implementar un muro de enrocado, a fin de impedir el efecto erosivo del río.

Cuadro 12: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Tapairihua (continuación).

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGROS	COORDENADAS (zona/este/norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/POTENCIALES	RECOMENDACIONES
27 Sallallume (Tapairihua)	Flujo de detritos, Derrumbes, Deslizamientos	Zona 18s, E:700376, N:8436271	El entorno geomorfológico corresponde a una vertiente coluvio deluvial circundada por montaña en roca sedimentaria, con pendiente muy fuerte (25° - 45°), modelada sobre cuarciarenitas blancas, intercaladas con horizontes lutáceos negros carbonosos de la Formación Hualhuani (Grupo Yura). El tipo de peligro identificado, corresponde a flujo de detritos con recurrencia periódica, el ultimo de gran magnitud acontecido en febrero del 2023. El material se muestra heterogéneo, formando depósito de tipo chorrera, con 10% de bloques, 30% de gravas y 60% de arena y limo. Además, se tiene bloques con diámetro de hasta 1.0 m, que se depositaron en los márgenes de la quebrada Chiucho. Así mismo, aguas arriba de la quebrada Sillancay, se tienen escarpes de derrumbes y deslizamientos que aportan material detrítico a la quebrada. (Peligro Alto).	Registrados: El evento acontecido en febrero del 2023, destruyó 2 viviendas y obstruyó la vía vecinal Tapairihua-Laime, en un tramo de aproximadamente ≈20 m lineales. Potenciales: De reactivarse la quebrada con precipitaciones pluviales intensas, podría afectar 02 viviendas ubicadas en los márgenes de la quebrada Chiucho, 01 vivero municipal y ≈03 ha de zonas de cultivo de chirimoya (fotografía 25).	- Reubicar las viviendas próximas a la quebrada Chiucho. - Realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce de la quebrada. - Construir enrocados o muro de contención en ambas márgenes de la quebrada. - Solicitar a la entidad competente la determinación de la faja marginal. - Prohibir la construcción de viviendas en zonas aledañas a los márgenes de la quebrada.
28 Muchocco prog. 13+160 (Tapairihua)	Erosión fluvial, Caída de rocas	Zona 18S, E:697776, N:8426455	El entorno geomorfológico corresponde a montaña en roca sedimentaria, con pendiente muy fuerte (25°- 45°), modelado sobre calizas gris negras en estratos gruesos, de la Formación Arcurquina (Miembro Inferior). El tipo de peligro identificado corresponde a procesos de erosión fluvial, por aumento del caudal del río Antabamba. La longitud erosionada es de 70 m, afectando principalmente la vía departamental Santa Rosa - Antabamba. De la misma manera, se identificó procesos de caída de rocas en la ladera del cerro Achamayo, el cual presenta bloques desprendidos de hasta 0.5 m de diámetro, con zona de arranque irregular y tipos de rotura en cuña. (Peligro Alto).	Registrados: Al momento de realizada la evaluación (febrero, 2025), se observó que la vía departamental Santa Rosa - Antabamba, fue afectada en 70 m lineales; además afectó 01 ha de cultivos frutales, 03 pozas de piscigranja y 30 panales de abejas (fotografía 26). Potenciales: De continuar con el proceso de erosión fluvial, podría afectar 02 viviendas, ubicadas a solo 3.0 m del cauce del río Antabamba.	- Reubicar las 02 viviendas ubicadas a 3.0 m de río Antabamba. - Construir enrocados o muro de contención en la margen derecha del río Antabamba, con fines de protección de la vía departamental Santa Rosa - Antabamba.
29 Socciapampa (Tapairihua)	Flujo de detritos	Zona 18S, E:695975, N:8448453	El entorno geomorfológico corresponde a montaña en roca sedimentaria, con pendiente muy fuerte a muy escarpada (25°-55°), modelado sobre calizas gris negras en estratos gruesos, de la Formación Arcurquina (Miembro Inferior). El tipo de peligro identificado corresponde a flujo de detritos con una recurrencia ocasional, la última acontecida el 18 de febrero 2025. El material trasladado alcanzó una altura de 1 m y formó su propio canal. El material se muestra heterogéneo, formando depósito de tipo chorrera con 10% de bloques, 20% de gravas y 70 % de arena y limo. (Peligro Alto).	Registrados: El ultimo evento registrado, obstruyo la vía departamental Santa Rosa - Antabamba, en aproximadamente 38 m lineales; así mismo destruyó 01 vivienda y afectó ≈30 m2 de áreas de cultivos. Potenciales: De reactivarse la quebrada con precipitaciones pluviales intensas, podría afectar zonas de cultivos.	- Reubicar vivienda afectada. - Realizar prácticas de conservación y regeneración de la cobertura vegetal natural, debido a que el desarrollo de esta vegetación contribuye a atenuar el proceso de incisión rápida de las masas deslizantes. - Se debe aperturar canales para captar las aguas de las precipitaciones pluviales y el pase de flujo de detritos hasta el río Antabamba, respetando los cauces antiguos de las quebradas.



Fotografía 23: Flujo de detritos del 20 de febrero en el sector Mazupampa. En la fotografía se puede observar la depositación del material detrítico en forma de abanico y la obstrucción de la vía departamental Santa Rosa – Antabamba en aproximadamente 150 m lineales.



Fotografía 24: Vista del sector Tupac Amaru, afectado por procesos de erosión fluvial por aumento del caudal del río Antabamba, el cual ocasionó la pérdida de zonas de cultivo de maíz y palta en aproximadamente 0.5 ha.



Fotografía 25: Vista de la quebrada Chiucho (Sallallume), susceptible a la ocurrencia de flujos de detritos, los cuales podrían afectar 02 viviendas ubicadas en los márgenes de la quebrada, 01 vivero municipal, la vía vecinal Tapairihua-Laime y ≈03 ha de zonas de cultivo de chirimoya.



Fotografía 26: Afectación de la de la vía departamental Santa Rosa - Antabamba en aproximadamente 70 m lineales, por procesos de erosión fluvial debido al aumento del caudal del río Antabamba. Referencia Prog. 13+160.

5.1.10. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Capaya.

Cuadro 13: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Capaya.

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGROS	COORDENADAS (zona/este/norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/POTENCIALES	RECOMENDACIONES
30. Sector Chacapunte (Capaya)	Inundación fluvial, erosión fluvial	Zona 18, N:8435997, E:683267	Geomorfológicamente corresponde a una Terraza aluvial, con pendiente muy baja a baja (<1° - 5°), modelada sobre depósitos fluviales compuesto por acumulaciones de gravas, arenas, limos y arcillas, transportados por el cauce actual del río Chalhuanca. El tipo de peligro identificado corresponde a procesos de inundación fluvial, evidenciado en la margen izquierda del río Chalhuanca afectando de manera recurrente el colegio Horacio Zevallos Gámez, en marzo del 2024 el río se desbordo llegando a alcanzar 0.50 cm de la pared de la institución educativa; de la misma manera en la margen derecha del río Chalhuanca se tiene erosión fluvial, a lo largo de 40 m afectando cultivos y podría afectar 06 viviendas. (Peligro Alto)	Registrados: A consecuencia de las lluvias el mes de marzo del 2024 se desbordó el río Chalhuanca, afectando en la margen izquierda la infraestructura del colegio Horacio Zevallos Gámez nivel secundario alcanzando una altura de hasta 50 cm, afectó también 06 pozos de percolación y 01 pozo séptico y 30 m de la tubería de desagüe. El 19 de febrero del 2025 a consecuencia de las lluvias se incrementó el caudal del río Chalhuanca, donde se desbordó el río hacia la margen izquierda afectando el colegio Horacio Zevallos Gámez, alcanzando una altura de hasta 40 cm, afectó también 06 pozos de percolación y 01 pozo séptico. El 20 de febrero del 2025, las instalaciones del colegio se inundó, alcanzando niveles de hasta 17 cm de alto. Potenciales: De ocurrir nuevamente el desborde del río Chalhuanca en el sector Chacapunte podría afectar el colegio Horacio Zevallos Gámez, afectaría también 06 pozos de percolación y 01 pozo séptico ubicado en la margen izquierda del río. (figura 7)	- Realizar la descolmatación y limpieza periódica del cauce del río Chalhuanca. - Solicitar a la entidad competente la delimitación de la faja marginal, que determine la reubicación del colegio Horacio Zevallos Gámez. - Construir muros o gaviones en la margen izquierda del cauce del río con el fin de proteger el pozo séptico del distrito y los pozos de percolación ubicados a menos de 15 m. del cauce del río. - Prohibir la construcción de viviendas u otra infraestructura próximos al sector.
31. Sector Calicanto, Río Huaccasa (Capaya)	Erosión fluvial	Zona 18, N:8436702, E:680583	Geomorfológicamente corresponde a una montaña en roca sedimentaria, con pendiente media a fuerte (5°-25°), modelada por calizas de color gris de la Formación Arcurquina-Miembro superior. El tipo de peligro corresponde a erosión fluvial que ocurre en la margen derecha del río Huaccasa, afectando un puente peatonal de 08 m y 10 m de la trocha carrozable (tramo que pasa por la quebrada). Se evidencian puntos de surgencias de aguas subterráneas (ojos de agua) ubicados a 8 m del cauce principal de la quebrada. Es importante mencionar que en las coordenadas 8436697 N; 680763 E, en el cauce de esta quebrada se encuentra estrangulada por el pozo de agua potable y la compuerta de agua para riego. (Peligro Alto)	Registrados: Con fecha 11 de febrero del 2025, debido a las precipitaciones intensas y prolongadas la crecida del río Huaccasa afectó 01 puente de madera de 08 m de longitud y 10 m del paso de la trocha carrozable. Aguas arriba aproximadamente a 2 km del punto, afectó 02 tramos de la trocha carrozable Macceja -Moccasa ubicado en la margen derecha del río Huaccasa específicamente en los kilómetros 01+340 y 03+120, también destruyó 20 m de tubería de agua potable. Aguas abajo a unos 180 m del punto afectó la bocatoma de agua potable, destruyó 15 m de tubería de agua potable que va hacia el poblado de Chacapunte (en este mismo punto el año 2024. destruyó 80 m de tubería de agua potable) A 03 km aguas abajo destruyó 30 m de tubería de agua potable ubicada en la margen derecha de dicho río. (fotografías 27 y 28) Potenciales: De continuar con la erosión fluvial en ambas márgenes del río Huaccasa podría afectar y destruir el puente peatonal, podría continuar afectando los tramos de la trocha carrozable Macceja -Moccasa ubicado en la margen derecha del río Huaccasa específicamente en los kilómetros 01+340 y 03+120, podría continuar destruyendo las tuberías de agua potable.	- Construir un badén o puente para el paso vehicular y de personas hacia los poblados de Huaccasa. - Realizar la limpieza y descolmatación periódica del cauce del río.



Figura 7: Inundación afectó instalaciones del colegio Horacio Zevallos Gámez, producto de las lluvias intensas y prolongadas suscitadas el 19 de febrero del 2025, el nivel del agua llegó a 20 cm y cubrió los 06 pozos de percolación y 01 pozo séptico del distrito de Capaya.



Fotografía 27: Vista de procesos de erosión fluvial en ambas márgenes del río Huaccasa, el evento destruyó dos puentes peatonales de madera.



Fotografía 28: El flujo de detritos afectó la bocatoma del sector Chacapunte, ubicado a 1.5 m del río Huaccasa.

5.1.11. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Ihuayllo.

Cuadro 14: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Ihuayllo.

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGRO S	COORDENADAS (zona/est el norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/POTENCIALES	RECOMENDACIONES
32. Sector Chismapampa (Ihuayllo)	Erosión e Inundación fluvial	Zona 18, N:843653 4, E:683641	Geomorfológicamente corresponde a una terraza aluvial, con pendiente muy bajo a bajo ($< 1^{\circ}$- 5°), modelados sobre depósitos aluviales conformado por bolones (15%), grava (40%), arena (35%) y limo (10%). El tipo de peligro identificado corresponde a erosión e inundación fluvial, donde se evidencia erosión fluvial a lo largo de 300 m, afectando la terraza aluvial ubicada en la margen derecha del cauce del río Chalhuanca. (fotografía 29 y 30) Con fecha 19 de febrero del 2025 se evidencia socavamiento en la base de las viviendas desocupadas ubicadas en la margen derecha del río, la terraza que se encuentra entre la iglesia y el cauce del río presenta grietas longitudinales de hasta 4 cm de abertura y 8 m de longitud. (Peligro Muy Alto)	Registrados: Según testimonios de los pobladores la terraza, ubicado en la margen derecha del río Chalhuanca, empezó a ser erosionado con mayor frecuencia desde el año 2006, el año 2021 la erosión fluvial destruyó 02 viviendas de adobe. En el mes de febrero del 2024 la erosión fluvial destruyó 01 vivienda de adobe, destruyó 08 m de ancho de la terraza y afectó 01 iglesia. El 05 y 11 de febrero del año 2025 la erosión fluvial afectó 300 m de la terraza ubicada en la margen derecha del río Chalhuanca, afectó 01 iglesia del sector e inundó parte de la terraza afectando 03 viviendas. Potenciales: De continuar con la erosión fluvial podría destruir la iglesia del sector Chismapampa. Así mismo, podría afectar 05 viviendas de adobe, 04 postes de tendido eléctrico, 01 criadero de cerdos, ubicados en la margen derecha del río Chalhuanca.	- Deshabitar las viviendas ubicadas en la margen derecha del río Chalhuanca (sector evaluado). - Reubicar la Iglesia del sector Chismapampa. Construir defensas ribereñas (gaviones o enrocados), - Prohibir la construcción de nuevas viviendas y/o infraestructuras en la zona. - Reubicar la población asentada en la zona. - Monitoreo del sector, en temporada de lluvias.



Fotografía 29: sector Chismapampa, afectado por erosión fluvial de la margen derecha del río Chaluancal; afectó tierra adentro en 8 a 10 m. aprox. Se observa viviendas deshabitadas, excepto la iglesia que sigue siendo utilizada para sus liturgias.



Fotografía 30: Socavamiento en la base de las viviendas, ubicadas en la margen derecha del río Chaluancal.

5.1.12. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Toraya.

Cuadro 15: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Toraya.

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGROS	COORDENADAS (zona/este/norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/POTENCIALES	RECOMENDACIONES
33. Sector San Francisco (Toraya)	Erosión fluvial	Zona 18 N: 8448816 E: 688625	Geomorfológicamente corresponde a un Abanico de piedemonte, con pendiente media a baja (1°-15°), modelado sobre depósitos coluviales constituido por bloques rocosos heterométricos y homogéneos angulosos a sub angulosos, con matriz de arenas, gravas y limos. El tipo de peligro corresponde a erosión fluvial en ambas márgenes del río Huanchupaca, afectando la terraza en ambas márgenes del río. En la zona se evidencia 3 tramos de la carretera San Francisco- Aparay destruidas de 18.5 m, 48 m y 148 m respectivamente. Respecto a las medidas adoptadas, para los tramos de la vía afectada esta fue modificada temporalmente realizando corte de talud, reemplazaron los postes de tendido eléctrico destruidos (material de madera) por postes de material fibra y en las coordenadas E: 689052; N: 8444652 realizaron enrocado de 25.5 m de longitud ubicada en la margen izquierda del río. Es importante mencionar que el cauce de este río se encuentra colmatada. (Peligro Alto)	Registrados: Con fecha 11 de febrero del 2025, debido a las precipitaciones intensas y prolongadas ocurridas desde el 09 de febrero se tienen los siguientes registros: En las coordenadas N: 8448816; E: 688625 destruyó: 01 vivienda de material de adobe y concreto ubicado en la margen derecha del río San Francisco; 48 m de tramo de carretera de la vía San Francisco-Aporay. Aguas arriba destruyó: 01 puente peatonal de madera, 18.5 m de tramo de carretera, 03 postes de madera de tendido eléctrico y en la margen derecha del río destruyó 01 desarenador de una piscigranja. Aguas abajo en las coordenadas N: 8444665; E: 688846 destruyó: 03 postes de concreto de tendido eléctrico, 148 m de tramo de la vía San Francisco-Aporay y 148 m de tubería de agua potable. Aguas abajo en las coordenadas N: 8444652; E: 689052, erosionó la margen izquierda del río San Francisco afectando 25.5 m de tramo de carretera de la vía San Francisco-Aporay y destruyó 01 baño público. Potenciales: De ocurrir nuevamente la crecida del río podría erosionar y afectar la vía San Francisco-Aporay, 02 piscigranjas ubicadas en la margen derecha de río San Francisco, 08 postes de tendido eléctrico y 02 viviendas de concreto ubicadas en ambas márgenes del río San Francisco.(fotografías 31 y 32)	- Considerar la construcción de un nuevo tramo de carretera con los estudios geotécnicos (trabajo que tiene que ser realizado por especialistas). Realizar la limpieza y descolmatación periódica del cauce del río. - Prohibir la construcción de nuevas viviendas cerca al cauce del río. - Los postes de tendido eléctrico, que instalaren por reposición, tienen que estar ubicados en la otra margen de la vía - Instalar defensas rivereñas o gaviones en la margen derecha del río. - Realizar monitoreo en temporada de lluvia, especialmente en la carretera Abancay - Chalhuanca. Reponer los tres puentes peatonales, destruidos por la crecida del río.
34. Colegio secundario San Jerónimo (Toraya)	Derrumbe	Zona 18, N:8445707, E:684329	Morfológicamente corresponde a montañas y colinas en roca sedimentaria, con pendiente suave a moderada (1°-15°), modelados sobre depósitos coluviales, compuestos de bloques rocosos angulosos heterométricos, acumulados al pie taludes escarpados en forma de conos. Bloques angulosos más gruesos en la base, y los tamaños menores disminuyen gradualmente hacia el tope, carecen de relleno, sueltos sin cohesión. Peligro corresponde a derrumbe, con una longitud de arranque de 60 m, el cual se encuentra a 1.50 de los cercos de las antenas de internet, así como 02 pozo tierra. Además, podría afectar las antenas y un colegio. Según indican los docentes de la institución educativa, desde el 2024 está viene siendo afectada por el derrumbe en temporadas de lluvias, generando preocupación a los docentes, alumnos y padres de familia. (Peligro Alto)	Registrados: Afectó al colegio San Jerónimo, 02 pozos tierra, la cuneta ubicada a espaldas del centro educativo, así como la cocina de Qaliwarma (construcción de 12 años, de material de adobe). Potenciales: Podría afectar 03 antenas del gobierno regional, que se ubican a menos de 2 m de su cerco, también podría afectar a la institución educativa del distrito de Toraya.	- Desocupar la cocina de Qaliwarmi y los ambientes contiguos que son de adobe, que presenta agrietamientos en paredes y pisos. - Construcción de una zanja de coronación en la lomada ubicada detrás del colegio, con el objetivo de derivar las aguas pluviales y de escorrentía que discurren hacia el colegio hacia una quebrada o canal de cauce natural. - Considerar la reubicación de las antenas (03) ubicadas próximo a el derrumbe. Prohibir el cultivo de vegetales u otro tipo de sembrío, cerca de las instalaciones educativas. - Realizar charlas de concientización a los estudiantes y población en general sobre los peligros geológicos existentes en la zona.

Cuadro 15: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Toraya (continuación).

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGROS	COORDENADAS (zona/este/norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/POTENCIALES	RECOMENDACIONES
35. Sector Anccocay (Toraya)	Deslizamiento - Flujo	Zona 18, N:8445475, E:684008	Geomorfológicamente corresponde a colina y lomada en roca intrusiva, con pendiente moderada a muy alta (5°-45°), se da sobre dioritas, de la Unidad Parco - Plutón Parco. El tipo de peligro identificado en el sector es deslizamiento, de tipo rotacional, ubicado en la margen izquierda del río Arccocay, lo que desato un flujo de detritos. Según los pobladores de la zona, en periodo de lluvias intensas, se detonan flujos de detritos, acarreando material que se desprende de los deslizamientos y los que se encuentran en ambas márgenes del cauce de la quebrada. Cabe mencionar que este deslizamiento presenta una distribución o actividad retrogresiva, donde se pudo evidenciar terrenos afectados por reptación de suelos ladera arriba. (Peligro Alto)	Registrados: Afectó aproximadamente 1.0 ha de terrenos de cultivos. Potenciales: Podría afectar un galpón de ganado vacuno, terrenos de maíz, así como 01 vivienda ubicada a 200 m de las grietas transversales.	- Sellar las grietas transversales, con el mismo material de la zona. - Evitar el sobrepastoreo específicamente en los cuerpos de deslizamiento identificados. - Evitar el vertimiento de aguas residuales en la ladera, esta deberá ser canalizada con tuberías. - Evitar el riego en los terrenos de alfalfa.
36. Río Caballochayoc, sector Canua (Toraya)	Flujo de detritos e inundación	Zona 18, N:8447246 E:683741	Morfológicamente corresponde a una vertiente o piedemonte aluvio - torrencial, con pendiente suave a moderada (1°-15°), se da sobre depósitos coluviales, constituidos por bloques angulosos heterométricos, carecen de relleno, son sueltos y se acumulan al pie del talud escarpado, en forma de cono. Los bloques son angulosos, los materiales más gruesos se depositan en la base y los tamaños menores disminuyen gradualmente hacia el ápice. El tipo de peligro geológico en el sector son flujos de detritos reactivados este 11 de febrero del 2025. Enrocado construido en octubre del 2024 en la margen derecha del río Caballochayoc fue destruido afectando viviendas y terrenos de cultivo. (fotos 33, 34 y 35). Como material de arrastre que trajo el huaico fue troncos de árboles y bloques de la avalancha antigua que existe quebrada arriba. (Peligro Alto)	Registrados: Afecto a 03 viviendas, destruyo el enrocado de la margen derecha del río Caballochayoc, 01 ha. de cultivos de maíz, durazno y manzanas; también colapso un muro de vivienda. La afectación del evento fue en un tramo de 150 m de longitud aproximadamente de ambas márgenes. Potenciales: Podría afectar 3 viviendas, 1 ha. de cultivo de maíz y frutales (naranjas y manzanas), 1 puente vial de concreto, 4 piscigranjas grandes y 4 piscigranjas pequeñas ubicadas a lo largo del cauce del río Caballochayoc	- Realizar periódicamente la limpieza y descolmatación del cauce del río Caballochayoc. - Realizar el enrocado, principalmente en la margen derecha del río Caballochayoc. - Realizar defensas riverfeñas. - Se debe prohibir el depósito de desmonte y basura en el sector.
37. Sector Cumana (Toraya)	Hundimiento	Zona 18, N:8447036 E:683548	Geomorfológicamente corresponde a colinas y lomadas en roca sedimentaria, con pendiente de moderada a fuerte (5° a 25°), modelado sobre depósitos coluviales constituidos por bloques rocosos heterométricos y homogéneos angulosos a sub angulosos, con matriz areno limosa. El tipo de peligro geológico corresponde a un hundimiento, que se generó el 12 de octubre del 2024, tiene 16 m de diámetro aproximadamente, 10.4 m de ancho y con una profundidad de 8.5 m. (fotografía 36). (Peligro Medio)	Registrados: Afecto terrenos de pastoreo en un área aproximada de 0.01 ha. Potenciales: Podría afectar 12 m de la trocha carrozable Jumaya - Toraya	- Restringir el paso de personas y el pastoreo de animales, próximo al hundimiento. - Realizar un estudio geofísico del sector, Jumaya para identificar posibles hundimientos. - Monitoreo del evento, principalmente en temporadas de lluvias.



Fotografía 31: Erosión fluvial en la margen izquierda del río Huanchupampa, afectó 48 m de la vía San Francisco – Aporay, actualmente están realizando trabajos de enrocado.



Fotografía 32: Erosión fluvial en la margen izquierda del río Huanchupampa, afectó 18.5 m de la trocha hacia San Francisco; actualmente están realizando trabajo de enrocado.



Fotografía 33: Piscigranjas afectada por el huaico el 11 d febrero del 2025, se aprecia material acarreado en dos de sus pozas, las cuales se ubican en la margen derecha del Caballochayo



Fotografía 34: Flujo de detritos, producto de las lluvias prolongadas ocurridas el 11 de febrero, destruyo el enrocado de la margen derecha, el mismo que se había instalado recientemente.



Fotografía 35: Muro de vivienda colapsada producto del huaico, el mismo que permitió el desfogó del material desplazado.



Fotografía 36: Vista del hundimiento ocurrido en el sector Jumaya, que se generó el 12 de octubre del 2024 y continúa hundiéndose en la actualidad, con las lluvias suscitadas.

5.1.13. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Colcabamba.

Cuadro 16: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Colcabamba.

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGROS	COORDENADAS (zona/este/norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/POTENCIALES	RECOMENDACIONES
38. Sector Chacapampa (Colcabamba)	Erosión e Inundación fluvial	Zona 18, N:8447110, E:691299	Geomorfológicamente corresponde a una terraza aluvial con pendientes muy baja a baja (<1°- 5°). El sector Chacapampa se encuentra asentada sobre deposito aluvial conformado por acumulaciones de gravas, arenas, limos y arcillas ubicada en la margen izquierda del río Chalhuanca. El tipo de peligro identificado corresponde a erosión e inundación fluvial debido al incremento del caudal del río Chalhuanca. Es importante mencionar que el año 1999 construyeron 1 muro de contención construido por el material arrimado de 45 m de ancho y 1.0 km de largo el cual abarca casi en su totalidad todo el borde de la terraza donde se asienta el sector Chacapampa, a lo largo de todo el muro de material arrimado existe 02 puntos de filtración del agua del río (N: 8447110; E: 691298 y N: 8447344; E: 691637) por el cual ingresa el agua en crecidas y afecta las viviendas asentadas cercanas a esos puntos. (Peligro Alto)	Registrados: Según testimonio de la población el 23 de enero del 2024 se desbordó el río Chalhuanca, afectó 05 casas de material concreto y adobe, 05 biohuertos y 01 cancha deportiva. En febrero del 2024 filtró el agua por la base del muro de material arrimado en dos puntos inundando la zona alcanzando una altura de 30 cm afectando 20 viviendas de material de concreto y terrenos de cultivos de maíz y árboles frutales. Potenciales: De continuar con la erosión e inundación fluvial podría afectar 24 viviendas, 01 cancha deportiva, 16 postes de tendido eléctrico, y 01 chanchería, esta última se encuentra a 1 m del cauce del río.	- Reforzar el dique ubicado en la margen izquierda del río Chalhuanca. - Reforzar la defensa ribereña y el enrocado que construyeron en setiembre del año 2024. - Prohibir la construcción de viviendas próximas al muro de material arrimado (deberán construir aproximadamente a 10 m del muro). - Monitorear el sector en temporada de lluvias. - Prohibir el depósito de basura y desmonte. - Realizar charlas de sensibilización a la población respecto a temas de peligros geológicos y gestión de riesgos de desastres.
39. Sector Amoray (Colcabamba)	Flujo de detritos	Zona 18, N:8447970, E:691912	El entorno geomorfológico corresponde a una vertiente o piedemonte coluvio-deluvial, con pendientes media a fuerte (5°- 25°), El cauce de la quebrada Amoray corresponde a un depósito fluvial compuesto por acumulación de gravas, arenas y arcillas transportadas en el cauce. El tipo de peligro identificado corresponde a un flujo de detritos compuesto por 30% de bloques, 30% bolones, 30% de grava y 10% de arena. Corresponde a un flujo canalizado que discurre a lo largo de la quebrada Amoray desembocando hacia el río Chalhuanca, en forma de un abanico o cono. (fotografía 37) (Peligro Alto)	Registrados: El 11 de febrero del año 2025 ocurrió un flujo de detritos (huaico) afectando 01 bocatoma de agua para riego de terrenos de cultivo, afectó 0.2 ha de terrenos de cultivos de maíz, palta, naranja, afectó 55 m del tramo de la vía Chalhuanca - Abancay. El 20 de febrero del año 2025 la quebrada se reactivó afectando nuevamente 55 m del tramo de la vía Chalhuanca - Abancay. Potenciales: De ocurrir otro flujo podría afectar 55 m de la vía Chalhuanca - Abancay, 01 depósito de maquinarias pesadas, 01 poste de tendido eléctrico, 0.2 ha de terrenos de cultivos de maíz y frutales.	- Realizar la limpieza y descolmatación periódica del cauce de la quebrada. - Prohibir la construcción de viviendas y cultivos dentro del cauce de la quebrada y en los márgenes. - Instalar gaviones o enrocado en ambas márgenes de la quebrada, trabajo que tiene que ser realizado con especialistas. - Proponer la implementación de un Sistema de Alerta Temprana (SAT), que avise con antelación a la población ante la ocurrencia de flujos de detritos (huaicos), para este sector Amoray.

Cuadro 16: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Colcabamba (Continuación).

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGROS	COORDENADAS (zona/este/norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/POTENCIALES	RECOMENDACIONES
40. Sector Aucha (Colcabamba)	Erosión e Inundación fluvial	Zona 18, N:8447110, E:691299	Geomorfológicamente corresponde a una terraza fluvial, con pendiente muy baja a baja (<1°-5°). El sector Aucha se encuentra asentada sobre depósitos fluviales compuesto por acumulaciones de gravas, arenas, limos y arcillas transportadas en el cauce del río. El tipo de peligro registrado corresponde a erosión e inundación fluvial que ocurre a lo largo de 2100 m en la margen izquierda del río Chalhuanca en el sector Aucha afectando la terraza fluvial. (fotografía 38,39 y 40) Se evidencia que las viviendas se encuentran asentadas a solo 6 m del cauce de río. (Peligro Alto)	Registrados: El 11 de febrero del 2025 el incremento del caudal del río Chalhuanca erosionó la margen izquierda en el sector Aucha se tienen los siguientes registros en las coordenadas: N: 8450464; E: 696441 erosionó 100 m de la terraza; N: 8450951; E: 696612 debido al incremento del caudal del río Chalhuanca afectó 81 m de ancho de la terraza fluvial inundando 08 construcciones de material concreto, 85 m de trocha carrozable; N: 8451347; E: 696797 destruyó 42 m de la terraza fluvial, una vivienda de concreto, 01 muro de concreto. Afectó 1 ha de terrenos de cultivos de maíz y palta; N: 8451803; E: 696851 erosionó la margen izquierda del río Chalhuanca afectando 370 m del talud; N: 8452042; E: 696762 filtra el agua del río hacia la margen izquierda inundando terrenos de cultivos de maíz alcanzando hasta los 1.20 m de altura. Potenciales: De continuar con el proceso de erosión fluvial en las coordenadas N: 8450464; E: 696441 podría afectar 01 corral de cerdos y 01 vivienda; N: 8450951; E: 696612 podría afectar nuevamente 08 construcciones para viviendas, 90 m de la trocha carrozable, terrenos de cultivos; N: 8451347; E: 696797 podría afectar 02 viviendas; N: 8451803; E: 696851 podría afectar 02 viviendas; N: 8452042; E: 696762 podría afectar 02 viviendas; N: 8452163; E: 696837 podría afectar 01 vivienda.	- Prohibir el asentamiento y construcción de nuevas viviendas en la zona específicamente cerca al cauce del río Chalhuanca. - Respetar la faja marginal, según las disposiciones de la ANA. - Construir enrocado o gaviones en la margen izquierda del río a lo largo del sector Aucha. - Realizar la descolmatación del cauce del río Chalhuanca. - Deshabitar las viviendas ubicadas muy próximas al cauce del río.
41. Sector Oroyapampa (Colcabamba)	Inundación Fluvial	Zona 18, N:8552532, E:697290	Geomorfológicamente corresponde a una terraza aluvial, con pendiente muy baja a baja (<1°- 5°). El Sector Oroyapampa se asienta sobre depósitos aluviales compuesto por acumulaciones de grava, arena, limo y arcilla con clastos subangulosos a angulosos de diferente composición. El tipo de peligro identificador corresponde a inundación fluvial. Este peligro afecta la terraza baja el cual tiene 1 m de altura respecto al río, este sector se inunda debido a avenidas excepcionales por las precipitaciones intensas y prolongadas. (Peligro Alto)	Registrados: El 11 de febrero del 2025 debido a las precipitaciones pluviales intensas y prolongadas incrementó el caudal del río Chalhuanca afectando 01 vivienda, 0.1 ha de terrenos de cultivo y frutales (maíz, palta, mango, naranja, mandarina), inundó 05 m de la terraza hacia las viviendas, afectó 02 corrales de cerdos y 01 cocina. Potenciales: De ocurrir una crecida e incremento del caudal del río Chalhuanca podría afectar 02 corrales de cerdo, 01 cocina, 02 casas de adobe, 01 corral de gallina, 0.2 ha de terreno de cultivos y frutales, podría destruir el muro (tipo pirca) de 0.90 m que construyeron los pobladores con el fin de proteger sus terrenos y viviendas.	- Construir enrocado o gaviones en la margen izquierda del río Chalhuanca con el fin de proteger las viviendas y terrenos de cultivos y frutales en el sector. - Realizar la descolmatación periódica del cauce del río. - Reubicar las viviendas que se encuentran muy próximas al cauce del río. - Señalizar las rutas de evacuación en caso ocurra inundación fluvial en la zona. - Monitorear el sector en temporadas de lluvias.



Fotografía 37: Vista del flujo de detritos en la quebrada Amoray, ocurrido el 20 de febrero del 2025, afectó el paso tránsito vehicular, se evidencia material detrítico en forma de abanico.



Fotografía 38: Vista panorámica donde se observa procesos de erosión e inundación fluvial a lo largo de 2100 m en la margen izquierda del río Chalhuanca (sector Auchá), afectó 81 m de ancho de la terraza fluvial, inundando 08 construcciones de concreto y 85 m de trocha.



Fotografía 39: Erosión fluvial en la margen izquierda del río Chalhuanca, en este punto el evento destruyó una vivienda, y en la vivienda contigua una cocina y huerto; afecto tierra adentro 50 metros de la terraza.



Fotografía 40: La erosión fluvial en la margen izquierda del río Chalhuanca, en este punto destruyó 220 m de la trocha carrozable.

5.1.14. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Chapimarca.

Cuadro 17: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Chapimarca.

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGROS	COORDENADAS (zona/este/norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/POTENCIALES	RECOMENDACIONES
42. Quebrada Culcohuayco - Centro poblado Santiago Santa Rosa (Chapimarca)	Flujo de detritos	Zona 18 N: 8451735, E: 697658	Geomorfológicamente la quebrada Culcohuayco - centro poblado Santiago Santa Rosa se asienta sobre un abanico de piedemonte, con pendiente suave a moderada (1° a 15°), modeladas por depósitos aluviales, conformadas por la acumulación de gravas, arenas, limo y arcilla, con clastos subangulosos a redondeados de diferente composición. El tipo de peligros identificado es flujo de detritos, el cual se inicia en la parte alta de la quebrada. Su última reactivación fue el 11 de febrero del 2025, generando preocupación en la población asentada sobre ella. Como medida adoptada por los pobladores a la primera venida del huaico, instalaron sacos terreros para proteger sus viviendas y construyeron pequeños muros de contención de 30 a 40 cm de alto para evitar el ingreso del huaico a sus viviendas. Se evidencia además restos de antiguos depósitos de flujos de detritos. (Peligro Alto)	Registrados: El 2025 en la quebrada se generaron tres reactivaciones ocurridas el 15 de enero, 5 febrero y 11 de febrero, producto de la primera reactivación esta genero el colapso de una vivienda de adobe. (fotografía 41 y 42) En la parte media de la quebrada el huaico llego a afectar 45 viviendas, el nivel que alcanzo el huaico fue de 30 cm en las viviendas, el flujo de detritos se desplazó a lo largo de la Av. Francisco Ayala, llegando hasta la vía principal Chalhuanaca - Abancay. Afecto 3 criaderos de cuyes, 1 colegio (Inicial, primaria y secundaria de Santa Rosa), Colmato y sobrepaso el torrente con material de huaico. Potenciales: Podría afectar a todas las viviendas ubicadas en medio de la quebrada Culcohuayco - Centro poblado Santiago Santa Rosa, podría afectar el tramo de la vía principal Chalhuanca-Abancay.	- Prohibir la construcción de nuevas viviendas y o infraestructura. - Realizar una evaluación de peligros geológicos a detalle. - Evitar los cultivos que requieran riego continuamente. - Realizar una evaluación de riesgos de desastres (EVAR) - Realizar monitoreo desde la parte alta de la quebrada, en especial en temporadas de lluvia. - Realizar la limpieza y descolmatación de la quebrada periódicamente. - Instalar muros disipadores en la parte alta de la quebrada, trabajo que tiene que ser realizado por especialistas. - Instalación de una alerta temprana, para el caso del flujo de detritos
43. Centro poblado Santa Rosa (Chapimarca)	Erosión fluvial, flujo de detritos	Zona 18, N: 8452517 E: 697492	Geomorfológicamente el centro poblado Santa Rosa se asienta sobre un abanico de piedemonte, con pendiente suave a moderada (1° a 15°), conformadas por la acumulación de gravas, arenas limo y arcilla, con clastos subangulosos a redondeados de diferente composición del depósito aluvial, actualmente no se visualiza bien debido al asentamiento antrópico. El tipo de peligro identificado es la erosión fluvial en la margen derecha del río Chalhuanca.(fotografía 43) Se observa 08 viviendas; 2 de estas se encuentran a 2 m. del cauce del río, así como 03 postes de tendido eléctrico. Así mismo para el poblado de santa rosa podría ser afectada por un flujo de detritos el mismo que en temporadas de lluvia se ha reactivado en la quebrada Culcohuayco, este último genero preocupación en la población. (Peligro Alto)	Registrados: Erosionó 5 m de la terraza aluvial. Potenciales: Podría afectar 8 viviendas, 2 de ellas se encuentran a menos de 2 m del cauce del río y podría afectar además tres postes de tendido eléctrico.	- Prohibir la construcción de nuevas viviendas. - Prohibir el depósito de basura y desmonte en las márgenes del río. - Prohibir el vertimiento de aguas servidas hacia la ladera, para evitar la saturación de suelo. - Monitoreo en temporadas de lluvia y crecida de río. - Considerar la instalación de gaviones y/o enrocado en el sector de las viviendas. - Instalación de una alerta temprana, para el caso del flujo de detritos. - Construir defensas ribereñas (gaviones o enrocados), trabajos que tienen que ser realizado por especialistas.

Cuadro 17: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Chapimarca (Continuación)

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGROS	COORDENADAS (zona/este/norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/POTENCIALES	RECOMENDACIONES
44. Comunidad Pampallacta - sector Maucallacta (Chapimarca)	Deslizamiento	Zona 18, N: 8450975 E: 705576	Geomorfológicamente se asienta sobre montañas de roca sedimentaria, con pendiente media a fuerte (5° a 25°), conformadas por areniscas cuarzosas rojizas laminadas en capas delgadas de la Formación Ausangate. El peligro identificado en la comunidad Pampallacta es de un deslizamiento de tipo rotacional, actualmente se observa 12 viviendas de adobe colapsado, se evidencia humedad y empozamiento de agua en la cancha deportiva; así mismo se evidencia la construcción de nuevas viviendas y una iglesia de concreto. Se observa que en el cuerpo del deslizamiento de las comunidades Pampallacta se están generando pequeños derrumbes - flujos. (fotografía 44) El peligro identificado en el sector Maucallacta es un deslizamiento - flujo, el cual tiene una longitud de la corana al pie de 220 m, el cuerpo del deslizamiento flujo se encuentra reforestada con plantones de eucalipto. (Peligro Muy Alto)	Registrado: Según informe del 1963 (Ministerio de fomento y obras públicas), recomendó la evacuación del poblado Pampallacta, debido a que se asienta sobre un deslizamiento rotacional. También se identificó grietas superficiales, sobre terreno húmedo característico del sector. En el primer reporte de zonas críticas por peligros geológicos y geohidrológicos en la región Apurímac (2012) del Ingemmet, indican que el poblado de Pampallacta se asienta sobre un deslizamiento que el sector no era habitable, y que se observó 100 metros de canal de riego. En este informe también indicaron un sector para la reubicación del poblado Pampallacta, denominada Pampa de Huayllabamba, ubicado a 7 km en línea recta. Según indican la información del informe técnico y algunos pobladores que aun radican, el deslizamiento destruyó 37 viviendas de las 181 que existían en el año 1963. El poblado de Pampallacta se encuentra asentado sobre un depósito de deslizamiento antiguo. es importante mencionar que en el pueblo Maucallacta, se evidencia canales de riego sin revestimiento, ubicado próximos al escarpe del deslizamiento antiguo. Potenciales: La reactivación del deslizamiento de Pampallacta podría afectar a todas las viviendas habitadas actualmente. para el sector Maucallacta, el deslizamiento - flujo, podría afectar 67 m de la carretera Chapimarca - Pampallacta y 0.1 ha de terrenos de cultivo (papa, habas).	- Reubicar la comunidad Pampallacta, sector no habitable, Indicado en el Informe del año 1963, así como en el primer reporte de zonas críticas por peligros geológicos y geohidrológicos en la región Apurímac (2012). - Los canales de riego deben de ser impermeabilizados sector Maucallacta. El sector Maucallacta tiene que solicitar una evaluación de peligros geológicos a detalle. - Monitoreo del deslizamiento en el sector Maucallacta, especialmente en temporadas de lluvias. - Realizar una evaluación de peligros geológicos a detalle del sector Maucallacta. - Los ojos de agua en el sector Maucallacta tienen que ser derivados hacia la quebrada, mediante tuberías.



Fotografía 41: Vivienda de adobe colapsada. producto de las reactivaciones ocurridas el 15 de enero, 5 febrero y 11 de febrero del 2025; así mismo se evidenció humedad en las viviendas contiguas de material noble.



Fotografía 42: Como medida correctiva, se observan sacos terrosos posterior al huaico sucitado el 11 de febrero del 2025, cabe mencionar que estas fueron instaladas por los pobladores.



Fotografía 43: Erosión fluvial en la margen derecha del río Chalhuanca, podría afectar 8 viviendas, 2 de ellas se encuentra menos de 2 m del cauce del río, así como 3 postes de tendido eléctrico.



Fotografía 44: Comunidad de Pampallacta, considerado como zona crítica por deslizamiento, sobre el cuerpo del deslizamiento se están generando pequeños derrumbes – flujos. Así mismo se evidencia que algunas viviendas siguen siendo habitadas

5.1.15. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Tintay.

Cuadro 18: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Tintay.

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGROS	COORDENADAS (zona/este/norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/POTENCIALES	RECOMENDACIONES
45. Sector Pampatama Baja (Tintay)	Erosión e inundación fluvial	Zona 18, N: 8455458, E: 699095	Geomorfológicamente el sector corresponde a una terraza aluvial, con pendiente suave a moderada (1°-15°), modelados por la acumulación de gravas, arenas limo y arcilla, con clastos subangulosos a redondeados de diferente composición del depósito aluvial. El tipo de peligro identificado es erosión fluvial en ambas márgenes del río Pachachaca; el 11 de febrero del 2025, se generó la crecida del caudal del río lo cual generó la erosión de 300 m de la terraza. (fotografía 45 y 46) En febrero del 2024 el río se desbordó en la margen izquierda, afectando 01 vivienda, llegando a un nivel de 10 cm de sobrepasar el puente; según información de los lugareños. Aguas arriba (1 km.), se observa erosión fluvial entre las coordenadas: N 8454253, E699250, y podría afectar también a 9 viviendas ubicadas en la margen derecha; algunas casas ya se encuentran deshabitadas. (Peligro Alto)	Registrados: En febrero del 2024 afectó 01 vivienda de concreto, 3 ha. de cultivos, el caudal se incrementó, dejando 10 cm de luz del puente. Potenciales: De continuar la erosión podría afectar 03 viviendas ubicadas en la margen izquierda y 03 viviendas en la margen derecha, 02 postes de tendido eléctrico, 01 cancha deportiva, 01 laguna de oxidación, así como los enrocados de 23 m tanto aguas arriba y aguas abajo del puente y 1 ha. de terrenos de cultivos. A 1 km aguas arriba en el sector Huayllabamba la erosión fluvial en la margen derecha del río podría afectar 9 viviendas de concreto y 200 m2 de cultivo; se observó también 3 viviendas ubicadas al nivel del río.	- Reforzar el enrocado en la margen derecha del río Pachachaca. - Prohibir la construcción de viviendas y/o infraestructura próxima al río. Prohibir terrenos de cultivos próximo al río. - Las viviendas ubicadas en terrazas altas, deben de ser monitoreadas en crecida del río. - Considerar la reubicación de la laguna de oxidación, a mediano - largo plazo.



Fotografía 45: Inundación fluvial en la margen izquierda del río Chalhuanca, una vivienda se encuentra inundada, esta se ubica entre las coordenadas N8455458, E 699095.



Fotografía 46: Entre las coordenadas n 8454255 E 699250 se observaron 9 viviendas ubicadas en la margen derecha a menos de un metro, 5 de estas han sido deshabitadas por precaución.

5.1.16. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de Lucre.

Cuadro 19: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Lucre.

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGROS	COORDENADAS (zona/este/norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/POTENCIALES	RECOMENDACIONES
46. Sector Nuevo Lucre (Lucre)	Deslizamiento	Zona 18, N: 8456062, E692271	Geomorfológicamente corresponde a una vertiente o piedemonte coluvio-deluvial, con pendiente moderado a fuerte (5° - 25°), modelado sobre depósitos aluvial, compuesto de fragmento rocoso heterogéneos (arenas, cantos y bolos, transportados por la corriente de los ríos agrandes distancias, depositados en forma de terrazas. El tipo de peligros identificado es un deslizamiento rotacional, que ocurre a un costado de la carretera Lucre- Pinco. Presenta escarpas de 20 a 28 m de longitud con saltos de hasta 0.8 m y con distancias entre la escarpa y el pie de deslizamiento de 25 a 31 m; Cabe mencionar que los cuerpos de deslizamientos presentan humedad (fotografía 47). Según indican los pobladores en la parte alta de los deslizamientos se asienta un poblado el cual, vierten sus aguas servidas en dirección hacia los deslizamientos. Se observó también erosión de ladera (cárcavas), a los costados de los deslizamientos. (Peligro Alto)	Registrados: afectó 72 m del tramo de la carretera Lucre - Pinco, 72 m de cuneta rústica. Potenciales: Podría afectar 05 viviendas, 72 m de la vía Lucre – Pinco, 72 m de la tubería de riego, 01 puesto de salud del distrito de Lucre, 04 postes de tendido eléctrico y 10 viviendas, 01 buzón de desagüe y 01 puesto de salud.	- Construir un sistema de drenaje, como zanjas de coronación, drenaje y cuneta de concreto. - Revestir la cuneta ubicada al pie de los deslizamientos, con el fin de derivarlos. - Prohibir el cultivo de alfalfa, para evitar la saturación del suelo y esta a su vez se reactive. - Prohibir el riego por inundación y/o aspersión en la parte alta de la ladera. - Monitoreo de los deslizamientos en temporada de lluvia. - Prohibir el vertimiento de aguas servidas hacia la ladera. - Mantenimiento del sistema de desagüe que discurre desde la parte alta el anexo Nuevo Lucre.
47. Río Lucre (Lucre)	Flujo de detritos	Zona 18, N; 8456773 E: 692039	Geomorfológicamente corresponde a una terraza aluvial, con pendiente suave a moderada (1° a 15), se da sobre depósitos aluviales, compuesto por acumulaciones de gravas 30%), arenas (10 %), limos (10 %) y bloques (50 %) transportadas en el cauce del río. El tipo de peligro identificado en el sector es un flujo de detritos en la margen derecha del río Lucre, flujo canalizado. El evento generado el 11 de febrero del presente año, generó la erosión de 30 m del cauce del río. También se generó erosión fluvial en la margen izquierda del río, en un tramo de 10 m. En periodo de lluvias intensas, ocurren flujos de detritos, acarreado el material que se encuentra dispuesto y fácilmente dentro del cauce de río. (Peligro Alto)	Registrados: Afectó Erosiono 30 m del cauce del río (margen izquierda), afectó 10 de la carretera Chacapampa. Aguas arriba en los sectores Quirquiña y la comunidad de San Juan de Jata destruyó 02 puentes peatonales de madera. Afecto una piscigranja, que actualmente se visualiza el material desplazado por el huaico; se observó un bloque de 5 m de diámetro dentro del cauce que genera preocupación en la población. (fotografía 48 y 49) Potenciales: Podría afectar 1 puente Bailey, 2 postes de tendido eléctrico, un tramo de 10 m. de la carretera Panamericana.	- Realizar la limpieza y descolmatación del cauce del río Lucre. - Considerar la reubicación de la vivienda ubicada en la margen derecha del río Lucre. - Instalar nuevos puentes de madera en los sectores de Quirquiña y San Juan de Jata. - Remover el bloque de 4x5 m. que se encuentra en el cauce del río. - Realizar mantenimiento del puente Bailey, previo a las crecidas del río. - Construir defensas ribereñas (gaviones o enrocados), trabajos que tienen que ser realizados por especialistas.

Cuadro 19: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de Lucre (Continuación).

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGROS	COORDENADAS (zona/este/norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/ POTENCIALES	RECOMENDACIONES
48. Sector Huanchini (Lucre)	Deslizamiento	Zona 18, N: 8457306, E: 690079	Geomorfológicamente corresponde a montañas y colinas en roca sedimentaria, con pendiente moderado a fuerte (5°- 25°); se da sobre calizas grises en estratos delgados, bien estratificadas de la Formación Arcurquina - Miembro medio. El tipo de peligro identificado en el sector es un deslizamiento rotacional (Fotografía 50), generado el 16 de febrero del 2025. Se inició con grietas desde el año 2021. Tiene una longitud de escarpa de 13 m, salto principal de 1.30 m. y una distancia de la escarpa al pie de 29 m aproximadamente. Según los pobladores de la zona en el mes de octubre del año 2024 se realizó mantenimiento a la trocha carrozable lo cual habría desencadenado el deslizamiento. (Peligro Alto)	Registrados: Afectó 02 viviendas de adobe, 12 m de la vía Lucre – Juta, 500 m2 de terrenos de alfalfa, 20 m del canal de riego. Potenciales: Podría afectar 03 vivienda de adobe, 800m2 de terrenos de alfalfa, maíz, cebada, 40 m de canal de riego	- Impermeabilizar el canal de riego, ya sea con concreto o realizar entubado con PVC. - Prohibir el riego en los terrenos ubicados en la parte alta del deslizamiento. - Prohibir el sembrío de alfalfa, así como el riego de cultivos, con el objetivo de evitar la saturación del suelo. - Deshabitar las viviendas ubicadas en la parte alta del deslizamiento y prohibir la construcción de nuevas viviendas próximas al deslizamiento. - Monitorear el deslizamiento, en especial en temporada de lluvias.



Fotografía 47: Deslizamientos de tipo rotacional detonados por lluvias y el riego por inundación en la parte alta de las coronas, presentan escarpas de 20 a 28 m de longitud con saltos de hasta 0.8 m y con distancias entre la escarpa y el pie de deslizamiento de 25 a 31 m



Fotografía 48: Flujo de detritos que afectó principalmente la margen derecha del río Lucre; erosión de 30 m del cauce afectando una piscigranja y vivienda. Se puede visualizar material acarreado por el huaico.



Fotografía 49: Erosión fluvial en un tramo de 10 m; bloque de 4.5 m de diámetro aprox. en el cauce del río Lucre; próximo al puente de acceso a Lucre – Nuevo Lucre.



Fotografía 50: Deslizamiento rotacional. Escarpa de 13 m, saltos de 1.3 m. con una distancia entre la escarpa al pie de 29 m. Se inició con grietas desde el año 2021. .

5.1.17. Zonas afectadas por peligros geológicos en el distrito de San Juan de Chacña.

Cuadro 20: Efectos detonados por lluvias intensas en el distrito de San Juan de Chacña.

SECTOR/ POBLADO (DISTRITO)	TIPO DE PELIGROS	COORDENADAS (zona/este/norte)	OBSERVACIONES GEOLÓGICAS	DAÑOS OCASIONADOS/POTENCIALES	RECOMENDACIONES
49. Quebrada Huaccalluma (San Juan de Chacña)	Flujo de detritos	Zona 18, N:8460042, E:695936	Geomorfológicamente corresponde a una vertiente o piedemonte coluvio-deluvial, con pendientes media a fuerte (5° - 25°). La quebrada Huaccalluma discurre sobre depósitos aluviales conformadas por acumulaciones de grava, arena, limo y arcilla con clastos subangulosos a angulosos de diferente composición. El tipo de peligro identificado en este sector corresponde a un flujo de detritos canalizado, de material heterogéneo, formando depósito de tipo escombrera, con 10% de bloques, 70% de gravas y 20% de arena/limo (Fotografía 51). (Peligro Alto).	Registrados: Según testimonio de los pobladores en marzo del 2024 se reactivó la quebrada afectando el estadio Municipal de Chacña y el encausamiento que existía en la quebrada, 60 m de la vía vecinal Chacña – Tintay; aguas abajo afectó 50 m ² de maíz. Potenciales: De ocurrir precipitaciones intensas y prolongadas podría generarse un nuevo flujo de detritos (huaico) que podría afectar: 01 Institución Educativa Inicial de Acobamba, que alberga un total de 20 alumnos; 01 comedor popular; 03 viviendas; 60 m de la vía Chacña – Tintay. Podría destruir 01 puente y volver a afectar 01 estadio municipal de Chacña.	- Revestir el cauce de la quebrada en el tramo que abarca el estadio Municipal. - Realizar la descolmatación periódica del cauce de la quebrada Huaccalluma.
50. Quebrada Ccalo (San Juan de Chacña)	Flujo de detritos, erosión fluvial.	Zona 18, N:8460715, E:694900	Geomorfológicamente corresponde a una vertiente o piedemonte coluvio-deluvial, con pendientes fuerte a muy fuerte (15° -45°), La quebrada Ccalo discurre sobre depósitos aluviales conformadas por acumulaciones de grava, arena, limo y arcilla con clastos subangulosos a angulosos de diferente composición. El tipo de peligro identificado en este sector corresponde a un flujo de detritos canalizado, de material heterogéneo, formando depósito de tipo escombrera, con 40% de bloques, 50 % de gravas y 10% de arena/limo. Cabe mencionar que ocurre erosión fluvial en ambas márgenes del cauce de la quebrada a lo largo del cauce. (Peligro Alto).	Registrados: Según testimonio de los pobladores en el mes de marzo del año 2024 afectó 01 piscigranja, aguas abajo afectó 01 puente aéreo de tubería de agua potable que cruza la quebrada (Fotografía 52). En las Coordenadas N: 8460199; E: 695803 afectó 01 puente de concreto de 08 m de longitud, único acceso al poblado de Ccalo Ccalo. El 11 de febrero del año 2025 destruyó 01 muro enrocado de 08 m que protegía una piscigranja; además afectó 01 captación de agua potable, 05 ha de terrenos de cultivos de maíz y frutales, 102 m de tubería de agua potable en las coordenadas N: 8460408; E: 695411. Potenciales: De ocurrir otro huaico reactivado por las precipitaciones pluviales, podría afectar o destruir el puente aéreo de tubería de agua potable que cruza la quebrada, podría afectar 02 a 05 viviendas de adobe que se encuentran próximas al cauce de la quebrada en el sector Ccalo.	- Realizar la limpieza con descolmatación periódica del cauce de la quebrada. - Prohibir la construcción de nuevas viviendas muy próximas al cauce de la quebrada.



Fotografía 51: Vista de la quebrada donde se generó un flujo de detritos (huaico), posterior al evento las autoridades realizaron limpieza del cauce, para evitar afectaciones a la institución educativa y vía de acceso al poblado.



Fotografía 52: Flujo de detritos y erosión fluvial por la quebrada Ccalo que afectó puente aéreo donde cruza tubería de agua potable,

CONCLUSIONES

- 1) En el área de estudio se identificaron 50 eventos de peligros geológicos, geohidrológicos y otros peligros geológicos, distribuidos en 17 distritos de la provincia de Aymaraes: Toraya (5), Capaya (2), Ihuallo (1), Colcabamba (4), San Juan de Chacña (2), Lucre (3), Tintay (1), Chapimarca (3), Cotaruse (4), Caraybamba (1), Chalhuanca (8), Sanayca (3), Soraya (2), Justo Apu Sahuaraura (3), Tapairihua (5), Pochuanco (2) y Yanaca (1). Todos estos entre el 17 y el 23 de febrero.
- 2) Se concluye que los peligros geológicos, por flujos de detritos e inundaciones, en su mayoría, son eventos recurrentes que se activan y detonan debido a lluvias intensas, como las registradas en los primeros meses del año, período 11 al 19 de febrero. Según los pobladores y los trabajos de campo, donde se visualizan la ocurrencia de estos eventos, coinciden con el listado de zonas críticas a activarse según los reportes de zonas críticas por peligros geológicos N°18, N°20, N°23, N°27 y N° 29, elaborados por el INGEMMET .
- 3) Las principales ocurrencias identificadas por peligros geológicos de movimientos en masa son: Flujo de detritos (25), deslizamientos (06), hundimientos (01), derrumbes (02). Estos afectan principalmente viviendas, carreteras, terrenos de cultivo, puentes, piscigranjas, entre otros. Otros peligros geológicos como erosión en cárcavas (01 ocurrencia) que afecta principalmente carreteras; y, por último, procesos geohidrológicos como: inundación fluvial (02 ocurrencias), erosión fluvial (13 ocurrencias), comprometen la seguridad física de viviendas y carreteras.

6. RECOMENDACIONES

La información presentada debe ser empleada en la elaboración de soluciones técnicas orientadas a la mitigación de los efectos ante posibles movimientos de masa, y disminuir la vulnerabilidad en la provincia de Aymaraes.

- 1) Reubicar las viviendas ubicadas próximas a los cauces de quebradas, ríos, a sector aptos para el asentamiento poblacional.
- 2) Prohibir la construcción de viviendas e infraestructura en general en zonas aledañas a los márgenes de la quebrada y ríos.
- 3) Es necesario realizar trabajos de descolmatación y limpieza del cauce en las quebradas y ríos; asimismo establecer también periodos para la ejecución del mismo, siendo recomendable efectuarlas en épocas de estiaje.
- 4) Construir enrocados, gaviones o muros de contención (defensas ribereñas) en las márgenes de quebradas y ríos, que son afectadas por procesos de erosión fluvial, con el fin de proteger viviendas y/o infraestructuras, (Trabajos que tienen que ser realizados con orientación técnica de especialistas).
- 5) Construcción de zanjas de coronación por encima del escarpe de deslizamientos activos, muros de contención al pie de las laderas.
- 6) Capacitar y sensibilizar a la población a través de talleres o charlas, con el objetivo de concientizar en gestión de riesgos, para evitar asentamientos de viviendas o infraestructura en zonas de alto peligro. Esto a cargo de municipios locales, provinciales y regional en alianza con instituciones pertenecientes a la Gestión del Riesgo de Desastres y Peligros geológicos.
- 7) En las zonas críticas ante aluviones, avalanchas y flujos de detritos, ejecutar simulacros que permitan a la población conocer sus rutas de evacuación y albergues, para responder de forma adecuada ante la ocurrencia de estos tipos de peligros geológicos
- 8) Elaborar Evaluación de Riesgos (EVAR) a fin de determinar las medidas de control de riesgo, necesarias frente a los peligros. Es necesario esta medida en todas las zonas críticas identificadas en este estudio.

Recomendaciones ante flujos de detritos

- Descolmatar periódicamente el cauce de ríos y quebradas, principalmente de los ríos Caballochayoc (Toraya), Amoray (Colcabamba), Cullcohuayco (Chapimarca), Lucre (Lucre), Huacalluma (San Juan de Chacña), Ccalo (San Juan de Chacña). Estas acciones deben realizarse prioritariamente en los tramos que involucra poblaciones, infraestructura y medios de vida.
- Realizar mantenimiento a las obras de defensa ribereña, tipo gaviones y enrocados, empleados en algunos tramos de los ríos Calicanto (Capaya), Chismapampa (Ihuayllo), Aucha (Colcabamba), C- P- Santa Rosa (Chapimarca), Pampatama (Tintay).

- Prohibir la acumulación de desmonte y basura dentro del cauce de los ríos y quebradas mencionados en el presente informe.
- Implementar barreras y/o diques transversales en los cauces de las quebradas Caballochayoc (Toraya), Cullcohuayco (Chapimarca), Lucre (Lucre), Huaccalluma (San Juan de Chacña), Ccalo (San Juan de Chacña).

Recomendaciones ante erosión e inundación fluvial

- Construir defensas ribereñas (gaviones o enrocados), en los tramos que involucra poblaciones, infraestructura y medios de vida, como por ejemplo en los sectores: Chismapampa (Ihuayllo); San Francisco (Toraya); Chacapampa (Colcabamba); Aucha (Colcabamba); Centro poblado Santa Rosa (Chapimarca) y Sector Pampatama Baja (Tintay). Ver recomendaciones en los cuadros de zonas críticas por distritos).

Recomendaciones ante deslizamientos, derrumbes y movimientos complejos

- Construir sistemas de drenaje, como zanjas de coronación y drenaje tipo espina de pescado, principalmente en los sectores Anccocay (Toraya), Pampallacta - sector Maucallacta (Chapimarca), Nuevo Lucre y Sector Huanchini (Lucre)
- Prohibir la construcción de nuevas viviendas próximo a los deslizamientos de Anccocay (Toraya), Pampallacta - sector Maucallacta (Chapimarca), Nuevo Lucre y Sector Huanchini (Lucre)
- Evitar el riego por inundación en el cuerpo de los deslizamientos y derrumbes, principalmente en los sectores Anccocay (Toraya), Pampallacta - sector Maucallacta (Chapimarca), Nuevo Lucre y Sector Huanchini (Lucre)
- Prohibir el corte de talud en zonas susceptibles a deslizamientos y derrumbes.


Ing. NORMA LUZ SOSA SENTICALA
Especialista en Peligros
Geológicos
INGEMMET


Ing. GILBERTO ZAVALA CARRIÓN
Director (e)
Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico
INGEMMET


MAURICIO ANTONIO NUÑEZ PEREDO
Ingeniero Geólogo
CIP N° 278509

7. BIBLIOGRAFÍA

- Villacorta, S., Valderrama P., Roa, R. (2012). Primer reporte de zonas críticas por peligros geológicos y geo-hidrológicos en la región Apurímac. Informe técnico N°A6594. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico - Ingemmet. 42 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/1566>
- Villacorta, S., Vasquez, P., Valderrama, P., Madueño, M. (2013). Segundo reporte de zonas críticas por peligros geológicos y geo-hidrológicos en la región Apurímac. Informe técnico N°A6624. Dirección de Geología Ambiental y Riesgo Geológico - Ingemmet. 46 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/1490>
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2003) - Estudio de riesgos geológicos del Perú, Franja No. 3. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 28, 373 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/262>
- Instituto Geológico Minero y Metalúrgico (2002) - Estudio de riesgos geológicos del Perú, Franja No. 2. INGEMMET, Boletín, Serie C: Geodinámica e Ingeniería Geológica, 27, 368 p. <https://hdl.handle.net/20.500.12544/261>

NEXO 1: MAPA DE INVENTARIO

ANEXO 2: ALTERNATIVAS MANEJO DE PROBLEMAS POR PELIGROS GEOLÓGICOS Y GEOHIDROLÓGICOS

1. MEDIDAS ESTRUCTURALES

Cualquier construcción física para reducir o evitar los posibles impactos de las amenazas, o la aplicación de técnicas de ingeniería para lograr la resistencia y la resiliencia de las estructuras o de los sistemas frente a las amenazas (Naciones Unidas. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, 2009).

1.1. Medidas preventivas y/o correctivas para movimientos en masa

Esta sección se basa principalmente en la información obtenida del *Manual de ingeniería de taludes* (Ayala, & Andreu, 2006) y del *Estudio de riesgos Geológicos del Perú, Franja n° 1* (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2000).

En este acápite se dan algunas propuestas generales de solución frente a los problemas generados por movimientos en masa que se encuentran en la ciudad con la finalidad de reducir los daños que puedan ocasionar, o mejor aún para reducir la ocurrencia de nuevos eventos.

A) Para zonas de flujos y cárcavas

Las erosiones en cárcavas generan abundantes materiales sueltos que son llevados a los cauces de las quebradas. Muchos de estos cauces tienen suficiente material como para la generación de flujos.

Las zonas donde existen cárcavas de gran longitud y presenten un desarrollo irreversible, donde no se pueden corregir con labores de cultivo, se debe prohibir terminantemente cualquier actividad agrícola. El control físico de zonas con procesos de carcavamiento debe de ir integrado a prácticas de conservación y manejo agrícola de las laderas adyacentes por medio de regeneración de la cobertura vegetal, y el empleo de zanjas de infiltración y desviación entre las principales.

Para el control físico del avance de cárcavas se propone un conjunto de medidas, principalmente de orden artesanal, entre las que destacan las siguientes:

- El desarrollo de programas de control y manejo de cárcavas sobre la base de diques o trinchos transversales contruidos con materiales propios de la región como troncos, ramas, etc. (figuras 1, 2).
- Zanjas de infiltración articuladas de acuerdo con las condiciones climáticas de la región.
- Permitir el crecimiento de la cobertura vegetal nativa a lo largo de la cárcava y en las zonas circundantes a esta (figura 3, 4), asegura su estabilidad, así como la disipación de la energía de las corrientes concentradas en los lechos de las cárcavas.
- Realizar trabajos de reforestación de laderas con fines de estabilización. En la selección de árboles deben contemplarse las características de las raíces, las exigencias en tipo de suelos y portes que alcanzarán frente a la pendiente y profundidad de los suelos. También, se recomienda que las plantaciones se ubiquen al lado superior de las zanjas de infiltración con el objetivo de captar el agua y controlar la erosión.(figura 5)
- Zanjas de infiltración articuladas de acuerdo con las condiciones climáticas de las cuencas.
- Protección del lecho de la quebrada con muros escalonados (andenes), utilizando bloques de roca o concreto armado (figura,6).

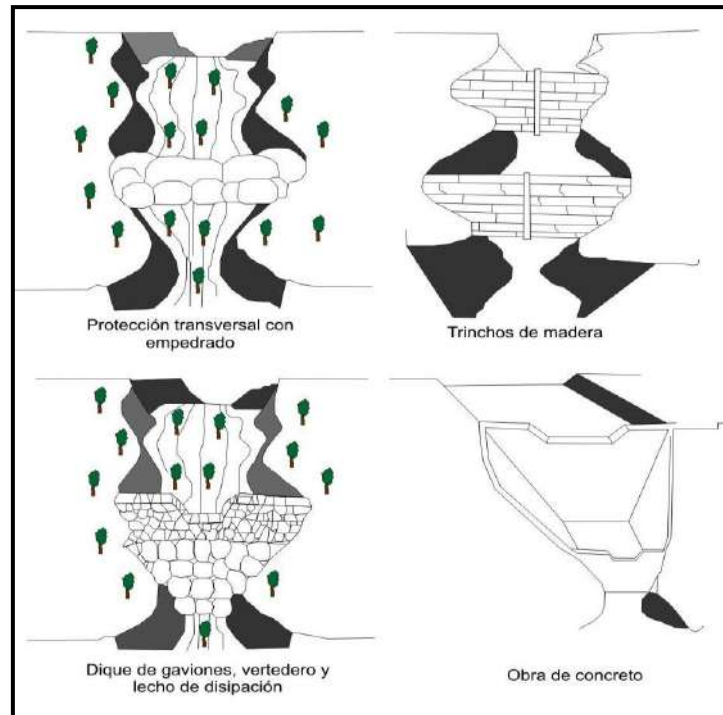


Figura 1. Obras hidráulicas transversales para el control de la erosión en cárcavas
Fuente: Instituto Nacional de Vías-Ministerio de Transporte República de Colombia, 1998

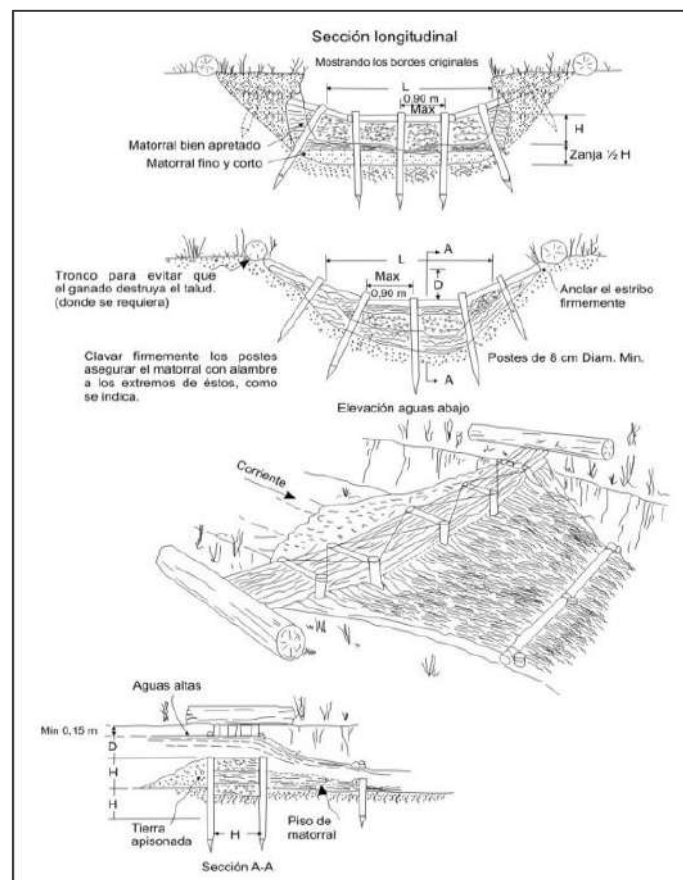


Figura 2. Trincho de matorral tipo doble hilera de postes (adaptado de Valderrama et al., 1964)

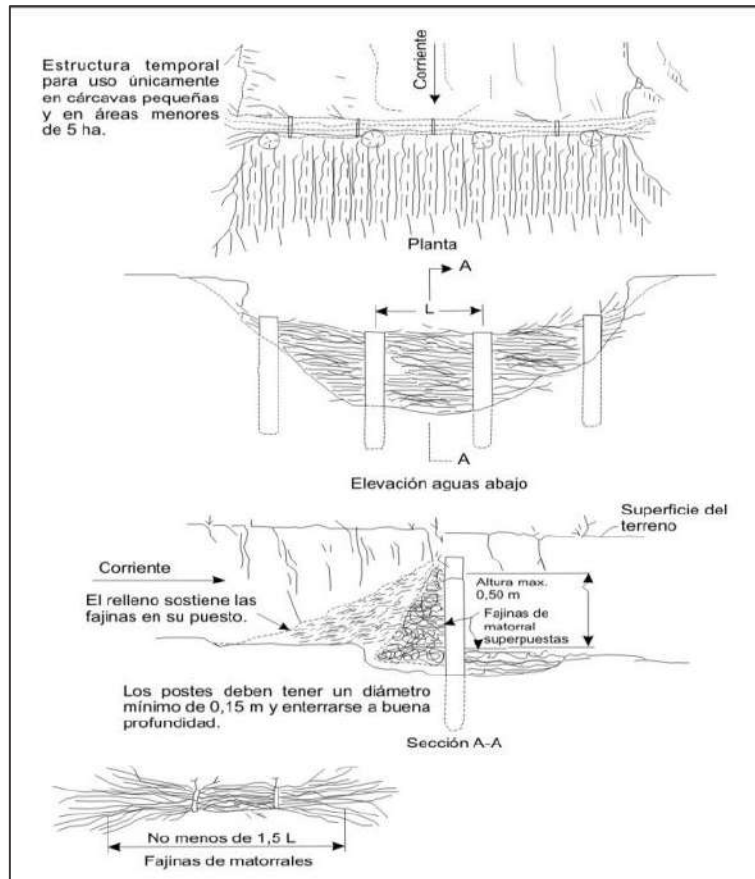


Figura3. Trincho de matorral tipo una hilera de postes (adaptado de Valderrama *et al.*, 1964)

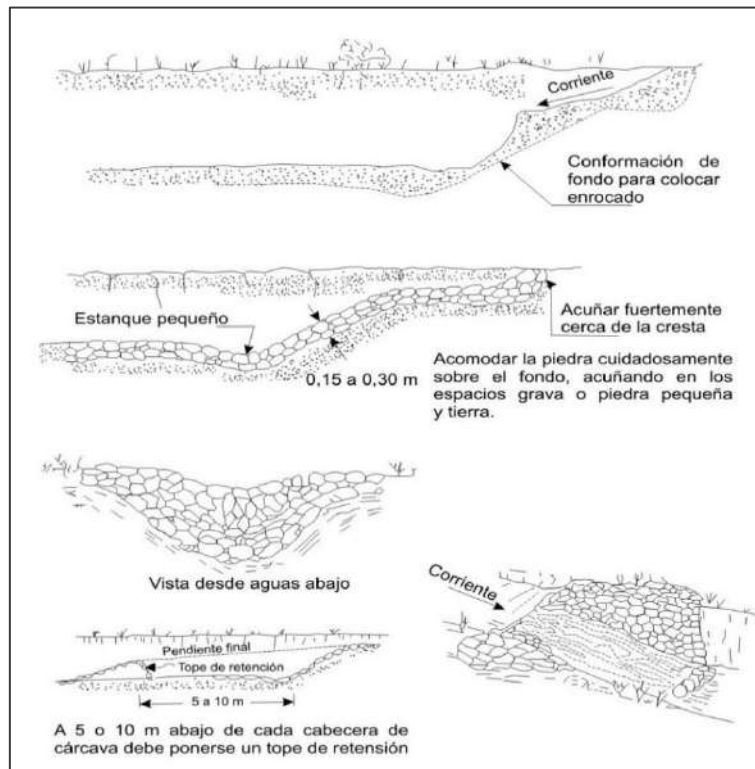


Figura 4. Trincho de piedra para cabecera de cárcava en zona de mina (adaptado de Valderrama *et al.*, 1964)

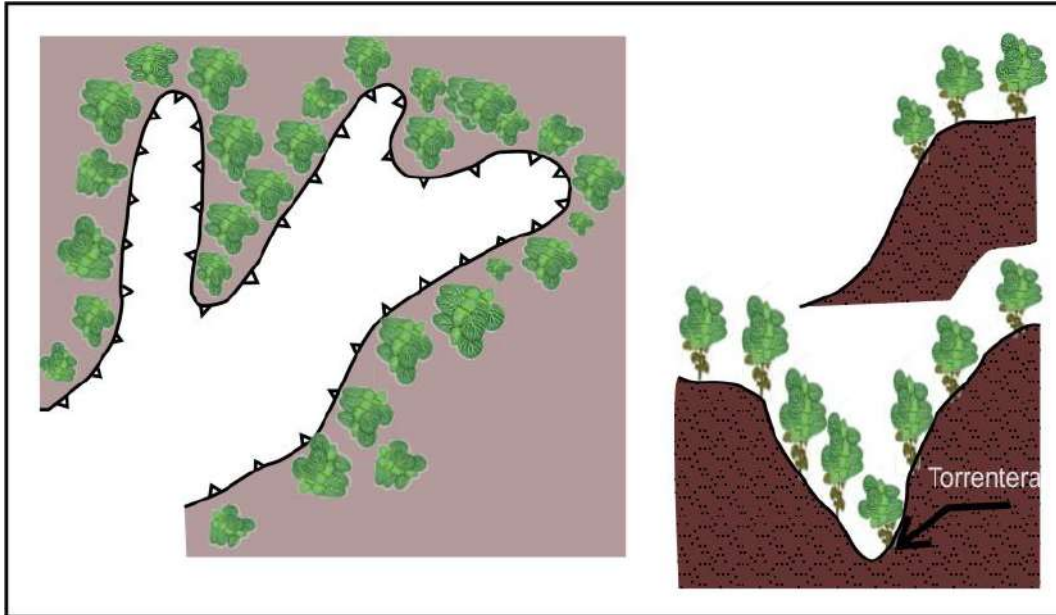


Figura 5. Vista en planta y en perfil de los procesos de forestación en cabeceras y márgenes de las áreas inestables.

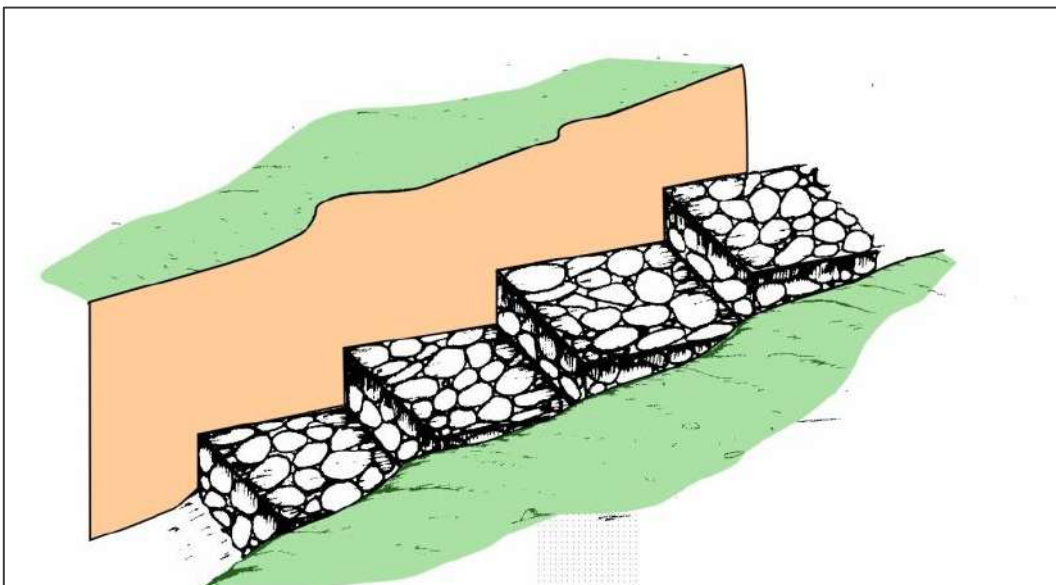


Figura 6. Protección del lecho de la cárcava o quebrada

B) Medidas para deslizamientos, derrumbes y caídas de rocas

Las medidas correctivas se pueden realizar en: 1) taludes en construcción; 2) laderas que tienen pendientes fuertes y es necesaria su estabilización; 3) para estabilizar fenómenos de rotura, sobre todo aquellos que pueden trabajarse a nivel de construcción. Las acciones que pueden realizarse sobre la geometría de un talud para mejorar su estabilidad son las siguientes:

Eliminar la masa inestable o potencialmente inestable. Esta es una solución drástica que se aplica en casos extremos, comprobando que la nueva configuración no es inestable.

Eliminar el material de la parte superior (descabezamiento) de la masa potencialmente deslizante. En esta área, el peso del material contribuye más al deslizamiento y presenta una menor resistencia, dado que la parte superior de la superficie de deslizamiento presenta una máxima inclinación.

Construcción de escolleras en el pie del talud. Puede efectuarse en combinación con el descabezamiento del talud o como una medida independiente (figuras 7 y 8).

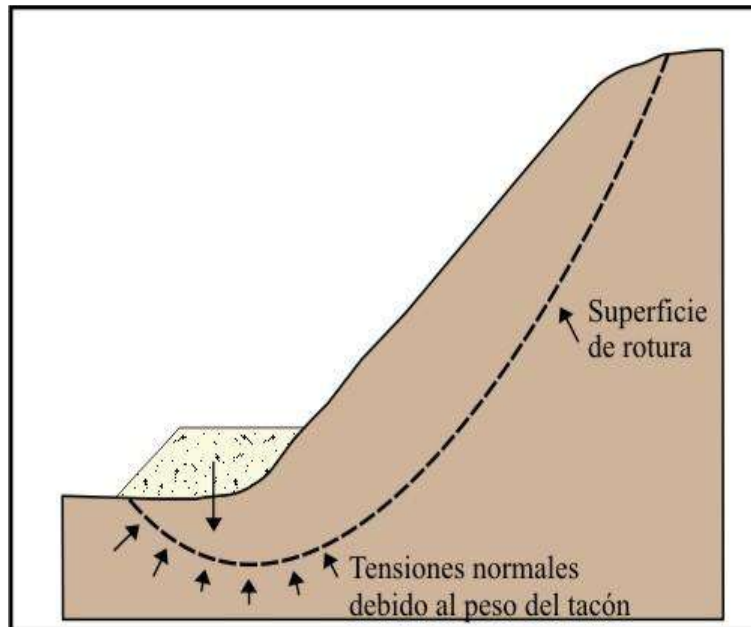


Figura 7. Efecto de una escollera sobre la resistencia del terreno (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2000)

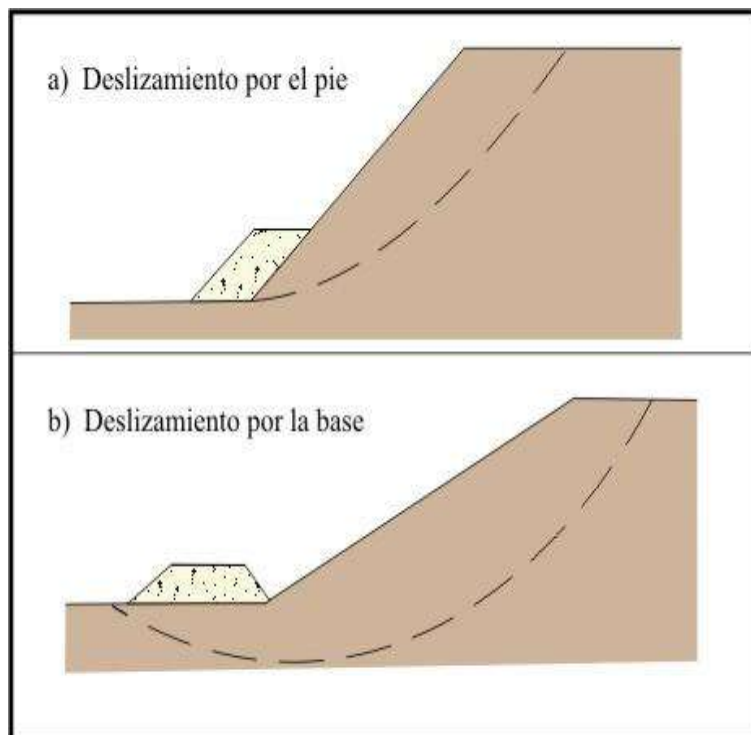


Figura 8. Colocación de escollera (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2000)

Tratamiento de taludes con escalonamiento. Es una medida que puede emplearse tanto cuando un talud está comprometido por un deslizamiento o antes de que este se produzca. Su uso es aconsejable, porque facilita el proceso constructivo y las operaciones del talud, retiene las caídas de fragmentos de roca, indeseables en todos los casos, y (si se dispone en ellos) zanjaz de drenaje que evacuarán las aguas de escorrentía, disminuyendo su efecto erosivo y el aumento de las presiones intersticiales (figura 9).

Este escalonamiento se suele disponer en taludes en roca, sobre todo cuando se encuentra meteorizada y fracturada, y cuando es importante evitar las caídas de fragmentos de roca, como con los taludes ubicados junto a vías de transporte.

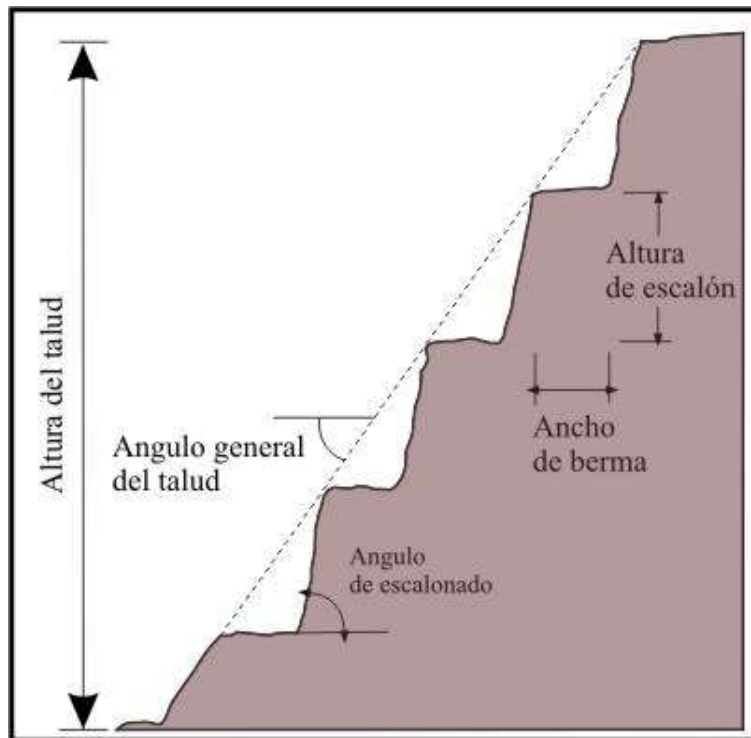


Figura 9 Esquema de un talud con bermas intermedias (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2000)

b) Corrección por drenaje

Este tipo de corrección se efectúa con el objeto de reducir las presiones intersticiales que actúan sobre la superficie de deslizamiento (potencial o existente), lo que aumenta su resistencia y disminuye el peso total, y por tanto las fuerzas desestabilizadoras. Las medidas de drenaje pueden ser de dos tipos:

Drenaje superficial. Su fin es recoger las aguas superficiales o aquellas recogidas por los drenajes profundos y evacuarlas lejos del talud para así evitar su infiltración (figura 10).

Las aguas de escorrentía se evacúan por medio de zanjaz de drenaje (cunetas de coronación), impermeabilizadas o no, y aproximadamente paralelas al talud. Estas deben situarse a poca distancia de la cresta del talud y detrás de la misma, de manera que eviten la llegada del agua a las grietas de tensión que podrían existir o no. El cálculo de la sección debe hacerse con los métodos hidrológicos.

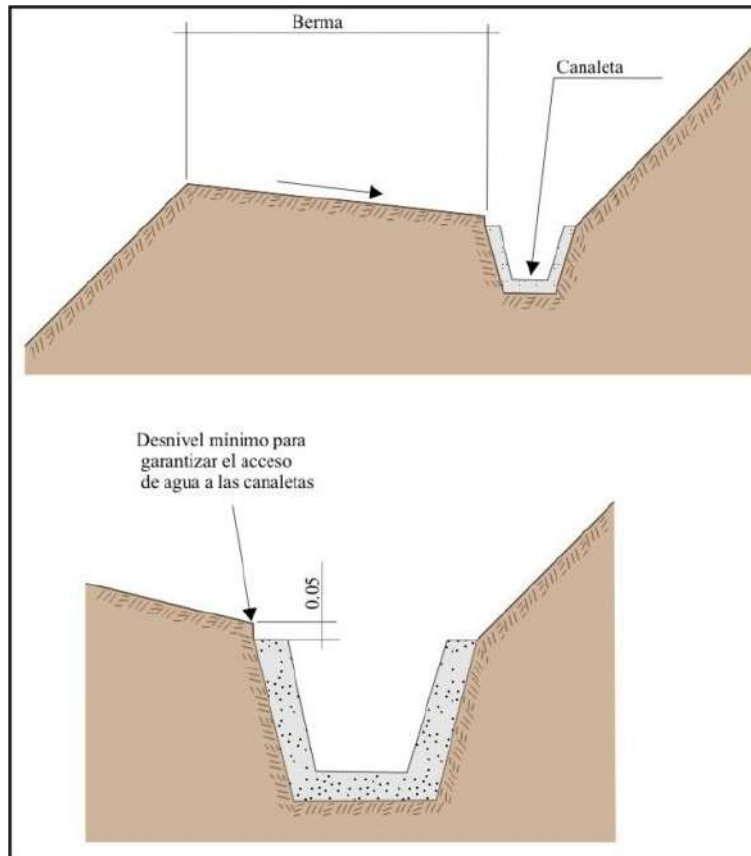


Figura 10. Detalle de una canaleta de drenaje superficial (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2000)

Drenaje profundo. La finalidad es deprimir el nivel freático con las consiguientes disminuciones de las presiones intersticiales. Para su uso es necesario conocer previamente las características hidrogeológicas del terreno. Se clasifican en los siguientes grupos:

Drenes horizontales. Se encuentran perforados desde la superficie del talud y son llamados también drenes californianos. Consisten en taladros de pequeño diámetro, aproximadamente horizontales, entre 5 y 10°, que parten de la superficie del talud y que están generalmente contenidos en una sección transversal del mismo (figuras 11 y 12).

Sus ventajas son estas:

- Su instalación es rápida y sencilla.
- El drenaje se realiza por gravedad.
- Requieren poco mantenimiento.
- Es un sistema flexible que puede readaptarse a la geología del área.

Sus desventajas son estas:

- Su área de influencia es limitada y menor que en el caso de otros métodos de drenaje profundo.
- La seguridad del talud hasta su instalación puede ser precaria.

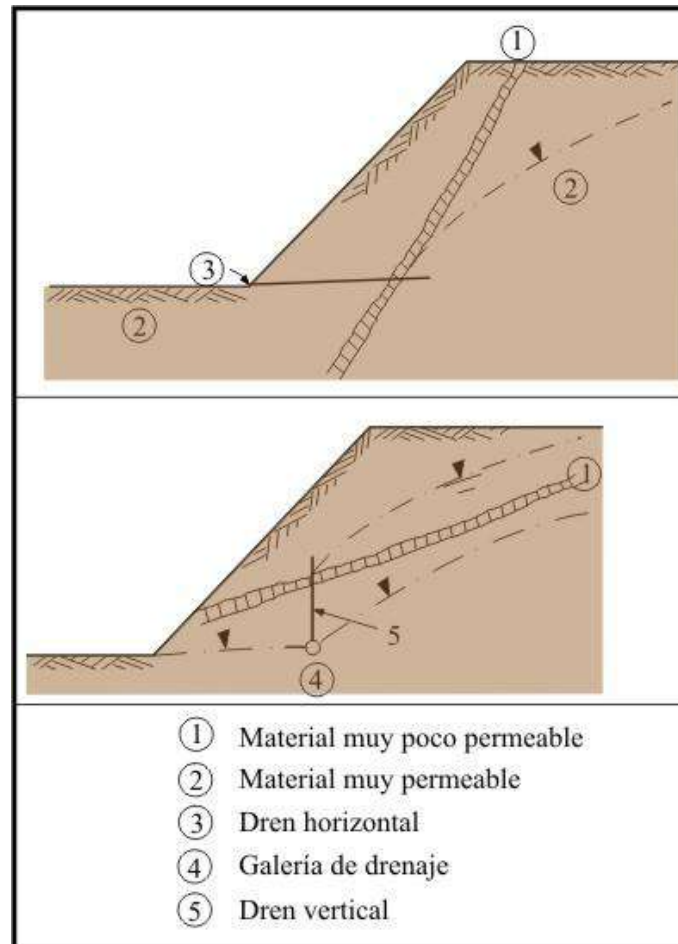


Figura 11. Disposición de sistema de drenaje en taludes no homogéneos (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2000)

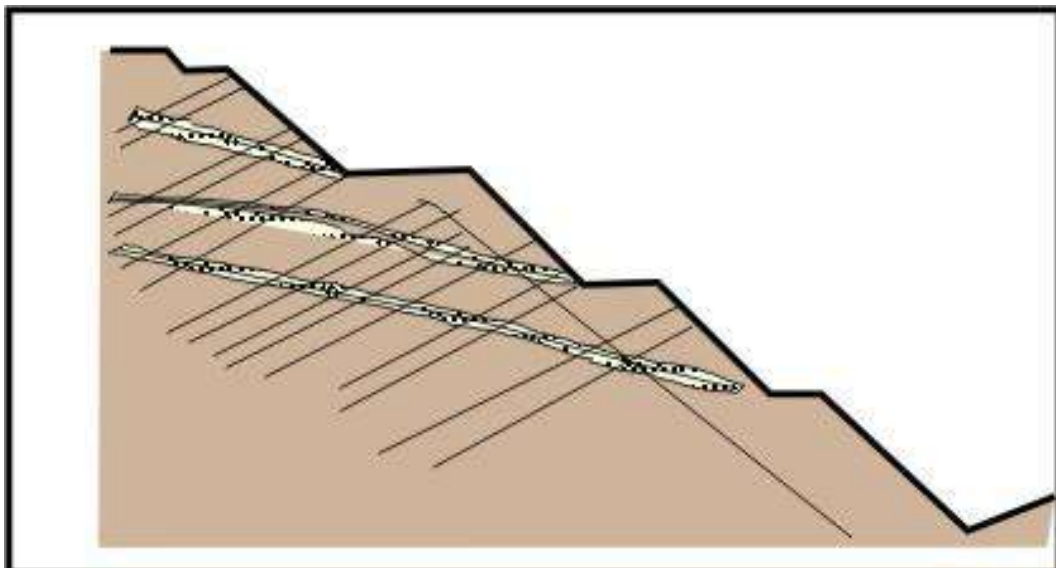


Figura 12. Esquema de drenaje de un talud por medio de drenes californianos (Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2000)

Zanjas con relleno drenante. Están dispuestas en la superficie del talud o al pie de este. Consisten en zanjas rellenas de material drenante, excavadas en el talud o más allá del pie de este y cuya acción drenante se limita a profundidades pequeñas (figura 13). Pueden ser de dos tipos:

Zanjas horizontales. Son paralelas al talud y se sitúan al pie de este. Son útiles los drenes en forma de “espina de pescado” (figura 14), que combinan una zanja drenante según la línea de máxima pendiente con zanjas secundarias (espinas) ligeramente inclinadas que convergen en la espina central. Su construcción y mantenimiento en zonas críticas debe tener buena vigilancia.

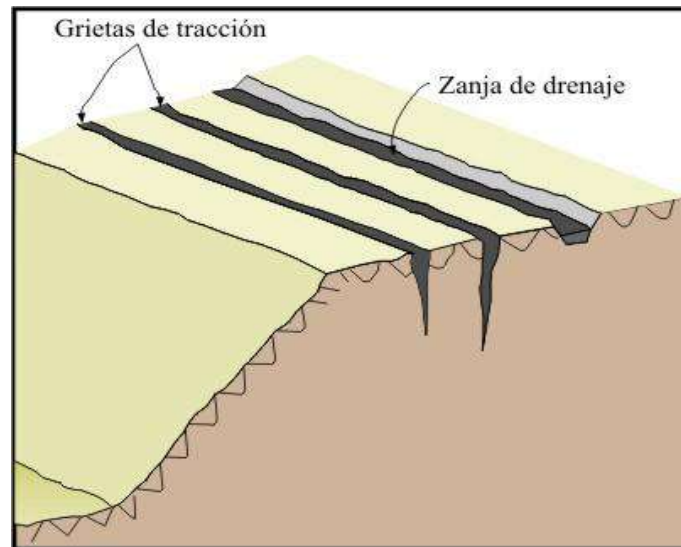


Figura 13. Disposición de zanjas de drenaje en un talud
Fuente: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2000

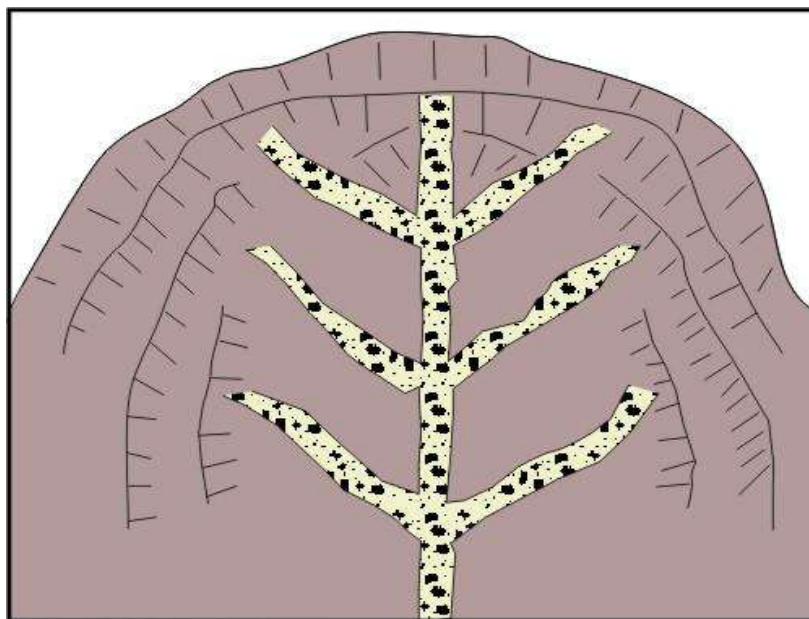


Figura 14. Drenaje tipo espina de pescado
Fuente: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2000

Corrección por elementos resistentes

Muros. Se emplean frecuentemente como elementos resistentes en taludes (figura 9). En ocasiones se emplean para estabilizar deslizamientos existentes o potenciales al introducir un elemento de contención al pie (figura 15). Esta forma de actuar puede tener varios inconvenientes. En primer lugar, la construcción del muro exige cierta excavación en el pie del talud, lo cual favorece la inestabilidad hasta que el muro esté completamente instalado. En segundo lugar, el muro no puede ser capaz de evitar posibles deslizamientos por encima o por debajo de este.

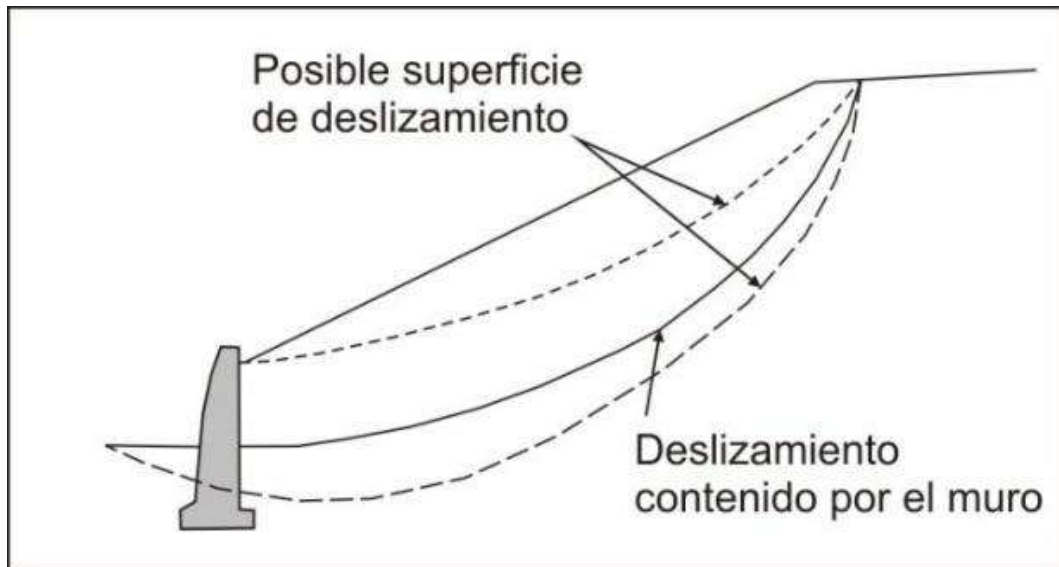


Figura 15. Contención de un deslizamiento mediante un muro
Fuente: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2000

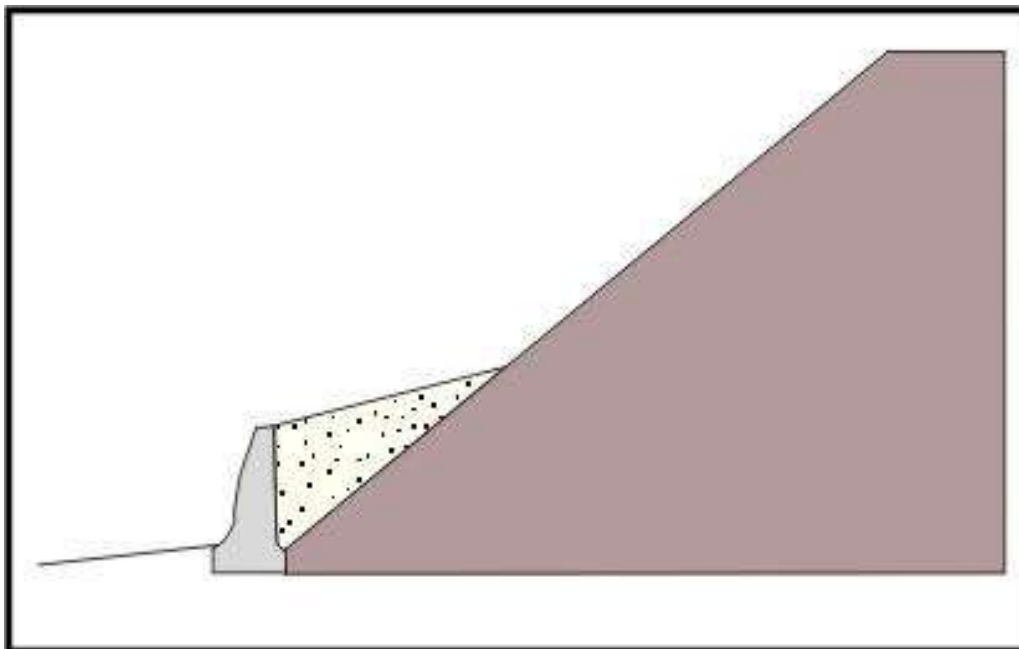


Figura 16. Relleno estabilizador sostenido por el muro
Fuente: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2000

Los muros se pueden clasificar en tres grupos (figura 17):

- **Muros de sostenimiento.** Se construyen separados del terreno natural y se rellenan posteriormente.
- **Muros de contención.** Generalmente van excavados y se construyen para contener un terreno que sería probablemente inestable sin la acción del muro.
- **Muros de revestimiento.** Su misión consiste esencialmente en proteger el terreno de la erosión y meteorización además de proporcionar un peso estabilizador.

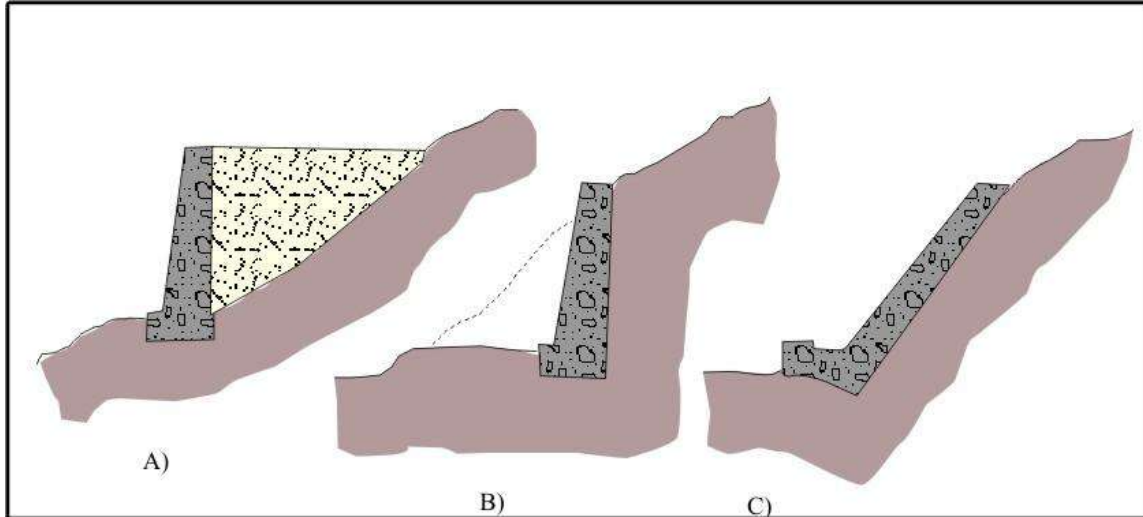


Figura 17 a) muro de sostenimiento; b) muro de contención; c) muro de revestimiento
Fuente: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2000

Las comprobaciones que deben efectuarse en un caso típico son las siguientes:

- Estabilidad general del sistema muro-terreno al deslizamiento; la estabilidad general del muro incluye la estabilidad al vuelco y al deslizamiento.
- Resistencia del terreno del cimiento.
- Ausencia de tracciones en la base del muro.
- Resistencia estructural, que consiste en comprobar que las tensiones máximas en el muro no sobrepasen los valores admisibles.

Tipo de muros

Muros de gravedad. Son los muros más antiguos, conforman elementos pasivos en los que el peso propio es la acción estabilizadora fundamental (figuras 18 y 19).

Se construyen de hormigón en masa, pero también existen de ladrillo o mampostería, y se emplean para prevenir o detener deslizamientos de pequeño tamaño. Sus grandes ventajas son su facilidad constructiva y bajo costo.

- **Muros con contrafuertes.** Los contrafuertes pueden disponerse en el intradós y el trasdós. En el primer caso, lo que hace es aligerar un muro de gravedad suprimiendo hormigón en las zonas que, por estar más próximas al pie, colaboran poco al efecto estabilizador. En el segundo caso, se trata realmente de un muro en L reforzado con contrafuertes interiores.

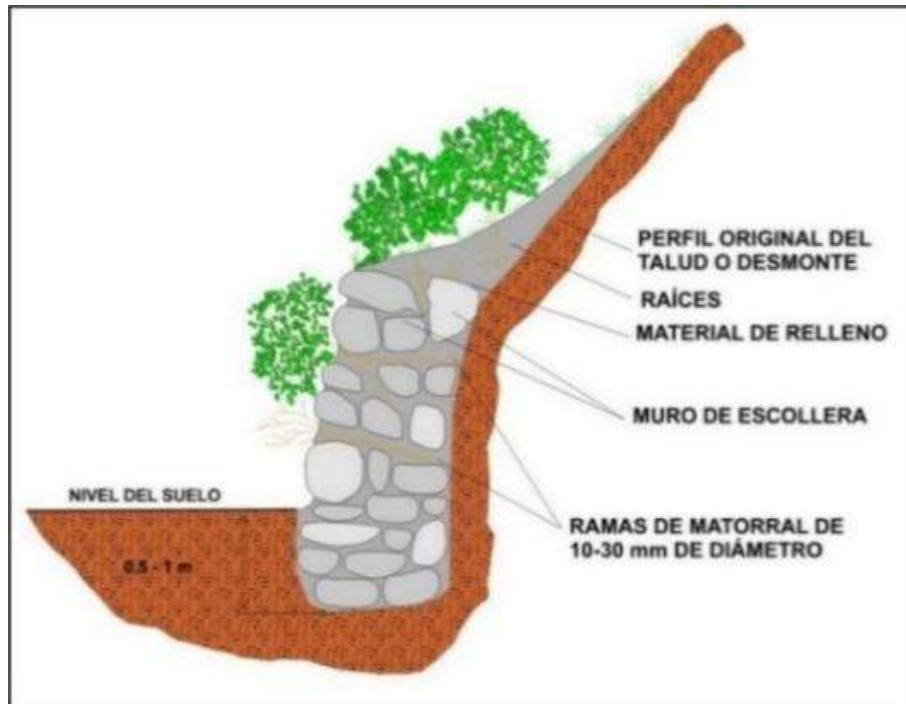


Figura 18. Muros de gravedad de piedra seca.

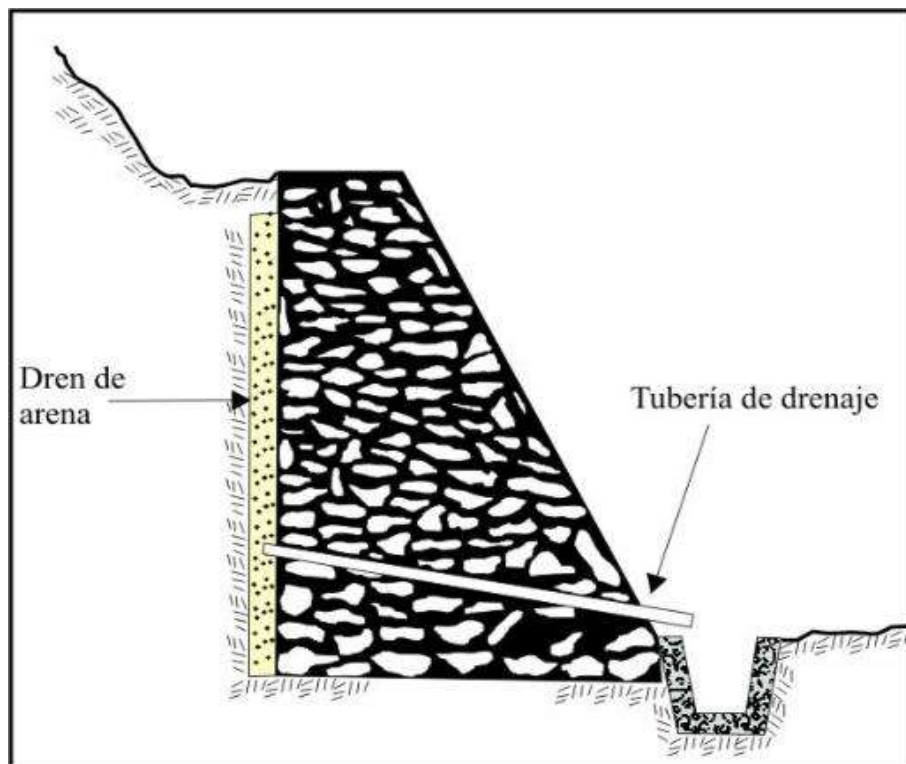


Figura 19. muros de gravedad de piedra argamasada
Fuente: Instituto Geológico Minero y Metalúrgico, 2000

Muros de gaviones. Los gaviones son elementos con forma de prisma rectangular que consisten en un relleno granular constituido por fragmentos de roca no degradable (caliza, andesita, granitos, etc.), retenido por una malla de alambre metálico galvanizado (figura 20).

Los muros de gaviones trabajan fundamentalmente por gravedad. Generalmente, se colocan en alturas bajas, aunque algunas veces se colocan en alturas medianas (hasta 25 m de alto y 10 m de ancho) y funcionan satisfactoriamente. La relación entre la altura del muro y el ancho de la base de este es muy variable, y suele estar comprendida entre 1.7 y 2.4.

Las ventajas que presenta son estas:

- Instalación rápida y sencilla.
- Estructuras flexibles que admiten asentamientos diferenciales del terreno.
- Sin problemas de drenaje, ya que son muy permeables.
- Los empujes sobre el muro, y su estabilidad al vuelco y deslizamiento se calculan de igual forma que en el caso de un muro de gravedad.

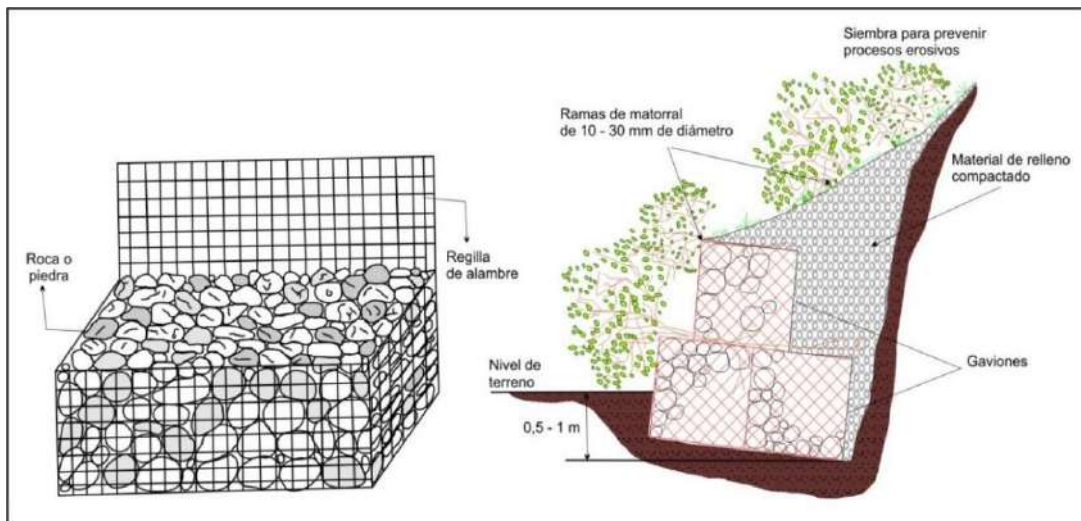


Figura 20. Muro de gavión

C) Medidas para el manejo de subcuencas con lechos fluviales secos

- Encauzamiento del canal principal de los lechos fluviales secos, con remoción selectiva de los materiales gruesos, que pueden ser utilizados en los enrocados y/o espigones para controlar las corrientes (figura 21).
- Propiciar la formación y desarrollo de bosques ribereños con especies nativas para estabilizar los lechos.
- Realizar la construcción de presas de sedimentación escalonadas para controlar las fuerzas de arrastre de las corrientes de cursos de quebradas, que acarrean grandes cantidades de sedimentos durante periodos de lluvia excepcional, cuya finalidad es reducir el transporte de sedimentos gruesos (figura 22).
- Evitar en lo posible la utilización del lecho fluvial como terreno de cultivo de modo que se permita el libre discurrir de los flujos hídricos.

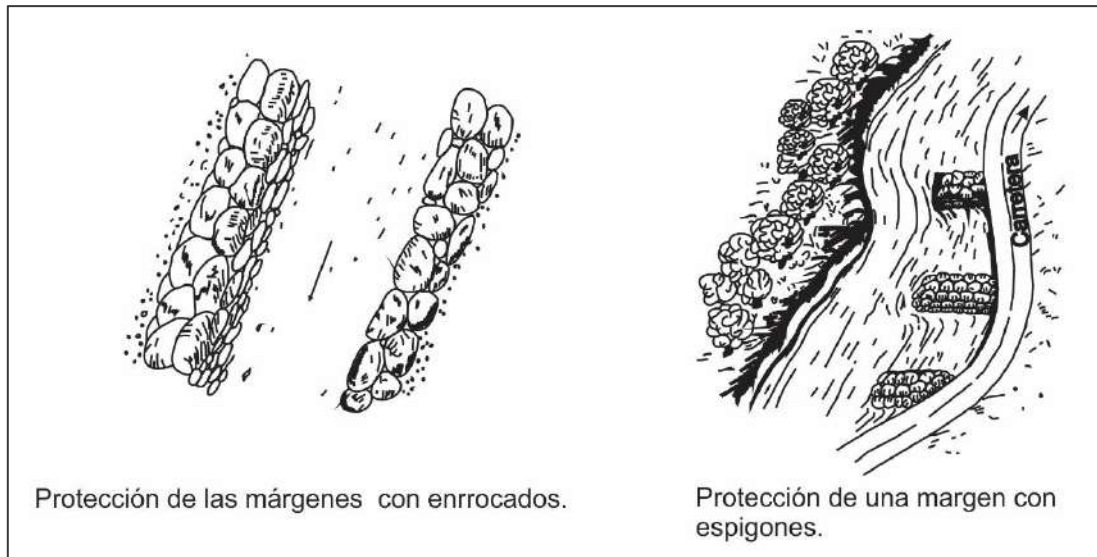


Figura 21. Protección de márgenes con enrocados, espigones y siembra de bosques ribereños.

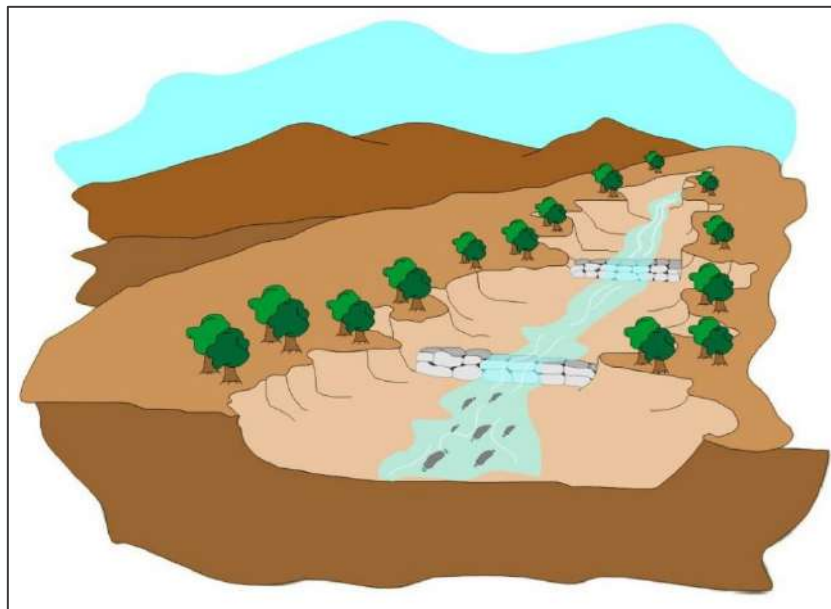


Figura 22. Presas transversales a cursos de quebradas.

MEDIDAS NO ESTRUCTURALES

Es cualquier medida que no suponga una construcción física y que utiliza el conocimiento, las prácticas o los acuerdos existentes para reducir el riesgo y sus impactos, especialmente a través de políticas y leyes, una mayor concientización pública, la capacitación y la educación (Naciones Unidas. Estrategia Internacional para la Reducción de Desastres, 2009).

Entre las principales medidas no estructurales se tienen:

- Reglamentación en el uso de la tierra
- Realizar trabajos de comunicación con comunidades
- Monitoreo y Sistemas de Alerta Temprana
- Elaboración de planes para la reducción de riesgo de desastres

ANEXO 3: GLOSARIO

DERRUMBE	son desprendimientos de masas de roca, suelo o ambas, a lo largo de superficies irregulares de arranque o desplome como una sola unidad, que involucra desde pocos metros hasta decenas y centenas de metros. se presentan en laderas de montañas de fuerte pendiente y paredes verticales a subverticales en acantilados de valles encañonados. También se presentan a lo largo de taludes de corte realizados en laderas de montaña de moderada a fuerte pendiente, con afloramientos fracturados y alterados de diferentes tipos de rocas; así como en depósitos poco consolidados.
DESLIZAMIENTO	Es un movimiento, ladera abajo, de una masa de suelo o roca cuyo desplazamiento ocurre predominantemente a lo largo de una superficie de falla o de una delgada zona en donde ocurre una gran deformación cortante. Varnes (1978) clasifica los deslizamientos según la forma de la superficie de falla por la cual se desplaza el material, en traslacionales y rotacionales. Los deslizamientos traslacionales, a su vez, pueden ser planares y/o en cuña.
EROSIÓN DE LADERAS	Se manifiesta a manera de láminas, surcos y cárcavas en los terrenos. Un intenso patrón de estos tipos de erosiones se denomina tierras malas o bad lands. Este proceso comienza con canales muy delgados cuyas dimensiones, a medida que persiste la erosión, pueden variar y aumentar desde estrechas y poco profundas (< 1 m) hasta amplias y de varios metros de profundidad.
FLUJO DE DETRITOS (HUAICO)	Flujo con predominancia mayor de 50% de material grueso (bloques, gravas), sobre los finos, que transcurre principalmente confinado a lo largo de un canal o cauce con pendiente pronunciada.
INUNDACIÓN	Es un fenómeno natural que se produce cuando el agua se desborda de los cauces de los ríos, arroyos u otros cuerpos de agua.
INUNDACIÓN PLUVIAL	Es una acumulación de agua de lluvia que se produce cuando el suelo está saturado. Esto puede ocurrir cuando hay lluvias intensas en un corto periodo de tiempo.
MOVIMIENTO EN MASA	Son procesos que incluyen todos aquellos movimientos ladera abajo, de una masa de rocas o suelos por efectos de la gravedad. Los tipos más frecuentes son: caídas, deslizamientos, flujos, vuelcos, expansiones laterales, reptación de suelos, entre otros. Existen movimientos extremadamente rápidos (más de 5 m por segundo) como avalanchas y/o deslizamientos, hasta

	extremadamente lentos (menos de 16 mm por año) a imperceptibles como la reptación de suelos.
PELIGRO GEOLÓGICO	Proceso o fenómeno geológicos que podría ocasionar la muerte, lesiones u otros impactos a la salud. Daños a la propiedad, pérdida de medios de sustento y servicios, trastornos sociales y económicos o daños materiales. Pueden originarse al interior (endógenos) o en la superficie de la tierra (exógenos). Al grupo de endógenos pertenecen los terremotos, tsunamis, actividad y emisiones volcánicas; en los exógenos se agrupan los movimientos en masa (deslizamientos, aludes, desprendimientos de rocas, derrumbes, avalanchas, aluviones, huaicos, flujos de lodo, hundimientos, entre otros), erosión e inundaciones.
SUSCEPTIBILIDAD	Está definida como la propensión o tendencia de una zona a ser afectada o hallarse bajo la influencia de un proceso de movimientos en masa determinado.
ZONA CRÍTICA	Las zonas o áreas consideradas como críticas (Fidel et al., 2006), presentan recurrencia en algunos casos periódica a excepcional de peligros geológicos y geohidrológicos; alta susceptibilidad a procesos geológicos que puede causar desastres y alto grado de vulnerabilidad. Puede involucrar uno o más peligros geológicos.